Fruchtknoten. Alles deutet nicht auf eine Ausfüllung der Höhlung durch die Axe hin, sondern darauf, dass beim Schwinden der Fruchtblätter die Unterteile der übrigen, die Fruchtknotenwände, an einander gerückt sind und sich in der Mitte vereinigt haben.

Geben uns daher die Bildungsabweichungen keine schlechthin beweisenden Thatsachen zur Beurteilung der eigentlichen Natur des unterständigen Fruchtknotens, zunächst der Orchideen an die Hand, so wenig wie irgend eine andere Methode, so unterstützen sie doch schon jetzt seine Auffassung als eines reinen Blattfruchtknotens und können bei sorgfältiger Beachtung weiterer Funde, namentlich durch Untersuchung des Gefässbündelverlaufs in den verschiedenen Fruchtknoten, leicht noch wichtige Beiträge zur Entscheidung dieser Frage liefern.

Endlich fragen wir uns: was mag diese Bildungsabweichungen verursacht haben? Darüber geben uns die wenigen und nur gelegentlich gemachten Beobachtungen gar keine Auskunft.

Eins scheint gewiss, dass plötzlich veränderte Lebensbedingungen, namentlich die Verpflanzung aus dem natürlichen Standort in den Garten und noch mehr in Töpfe, leichter als es sonst geschehen sein würde, Abänderungen hervorruft. Welche von diesen aber dem Boden, der Feuchtigkeit, der Luft in geschlossenem Raum, dem Licht, der gleichmässigeren Wärme zuzuschreiben sind, darüber wissen wir noch nichts. Massalongo [1]) hat an Topfpflanzen von Orchis maculata L., Germain de Saint-Pierre [2]) an solchen von Ophrys araneifera Huds. zahlreiche Abweichungen beobachtet, aber ebenso Verringerung wie Vermehrung der Blütenteile, Verwachsungen wie Spaltungen, die sich bei der letzten Art selbst auf die Deckblätter erstreckten — alles unter den gleichen Bedingungen. Einige dieser Abänderungen haben sich jahrelang erhalten und würden uns die Möglichkeit der Entstehung dauernder Varietäten zeigen, wenn sie nicht Jahr aus Jahr ein von denselben Pflanzen herrührten, die doch endlich einmal absterben müssen, ohne dass wir wissen, ob sie sich unverändert durch Samen fortpflanzen.

Auch die Beobachtungen von Duhamel [3]) der in magerem Kreideboden gewachsene Pflanzen von Orchis mascula L. mit kümmerlichen Blüten in gute Gartenerde setzte, wo sie im nächsten Jahr gleichwohl eben solche Blüten trugen, beweist wohl, dass solche Abänderungen auch in der freien Natur eine gewisse Beständigkeit erreichen können, nicht aber, dass ihre Entstehung von Boden und Standort abhängig ist. Dies kann man schon eher daraus schliessen, dass er diese Art mit noch mehr verkümmerten Blüten in feuchtem, schattigen Waldboden gefunden, später dieselbe Anomalie an trockener, sonniger Stelle angetroffen hat.

Mir selbst ist es ebenso wenig geglückt, eine Abhängigkeit der von mir aufgefundenen abweichenden Orchideen-Blüten von äusseren Einflüssen zu entdecken und ich habe nicht einmal den Eindruck gehabt, als wenn diese vereinzelt auftretenden Bildungen irgend eine Beständigkeit erlangt hätten. An derselben Stelle, an der ich die erste zweizählige Blüte von Platanthera bifolia Rchb. [69] gefunden hatte, waren zwei Jahre später wieder zwei Ähren aufgeblüht, wie das erste Mal, aber beide mit lauter regelmässigen Blüten. Ebenso hatten alle Blüten von Orchis maculata L., die ich an derselben Stelle aufsuchte wo sich früher einmal in einer Ähre vielfach überzählige Staubgefässe ausgebildet hatten, nur das eine regelmässige Staubgefäss. Dasselbe galt von der vierzähligen Gymnadenien-Blüte mit ungespornter Lippe statt des unteren Kelchblatts [169].

Geben uns somit die bisher an einheimischen Orchideen beobachteten Blüten-Abweichungen keinen Aufschluss über die Ursachen, durch die sie hervorgerufen worden sind, so können wir doch an ihrer Hand den Weg verfolgen, auf dem die blütenbildenden Kräfte zur Wirkung gelangt sind.

[1]) Massalongo. Note terat. p. 5.
[2]) Germain de Saint-Pierre, Ophr. aran. p. XXXVIII.
[3]) Duhamel. Orch. masc. p. 50.

Manche Botaniker sind zwar geneigt, an die Stelle dieser Kräfte verschiedene eigenartige Bildungsstoffe als deren vermutliche Träger zu setzen. Schon vor fünfzig Jahren hat Wigand [1]) ausgesprochen, dass die ersten Anfänge, beispielsweise der verschiedenen Blütenteile, einander ganz gleich sind, und ihre Verschiedenheit erst bei ihrer weiteren Ausbildung zum Vorschein kommt. Die Zellen der noch ununterschiedenen Anfänge, müssten aber bereits eine verschiedene Richtung ihrer bildenden Thätigkeit besitzen; der Grund davon liege besonders in dem, bis zu der jedesmaligen Anlage eigentümlich modifizirten Nahrungssaft.

Diesen Gedanken hat Sachs [2]) später aufgenommen und weiter ausgeführt. Namentlich spricht er es den Fortschritten der exakten Naturwissenschaften entsprechend bestimmter aus, dass jeder Vorgang auch in der Pflanze nur durch die Einwirkung eines Stoffes zu Stande komme und wenn wir als Ursache dieses Vorgangs eine bestimmte Kraft annehmen, so sei diese Kraft nichts anderes als die Aeusserung eines Stoffes. Halten wir uns auch hier an die Blüten, so entstehen, nach seiner Auffassung anfangs nur spross- und wurzelbildende Stoffe, durch welche unter dem Einfluss der äusseren Einwirkungen nach und nach eine andere Kategorie von Stoffen erzeugt wird, die sich endlich in den Geschlechtszellen in ihrer reinsten Form darstellen.

Dass bei der Entstehung der Blütenbildungsstoffe auch äussere Einwirkungen thätig sind, wie Licht und Wärme, Schwerkraft und Elektrizität, Luft und Feuchtigkeit, ist nicht zu bezweifeln; dass sie aber gerade die Hervorbringung der jeder Art eigentümlichen Stoffe bestimmen sollten, ist wenig wahrscheinlich. Bringen doch ganz verschiedene Pflanzen neben einander unter denselben äusseren Bedingungen ihre Blüten zur Entfaltung. Dem mag man entgegnen, dass dieselben Kräfte auf verschiedene Stoffe auch verschieden wirken müssen. Aber woher kommt die Verschiedenheit dieser Stoffe, die sich andrerseits, auch unter manigfach wechselnden äusseren Verhältnissen, unstreitig bereits durch eine lange Reihe von Generationen unverändert erhalten hat? Das kann nur eine innere Ursache haben und es scheint am natürlichsten, anzunehmen, dass diese Stoffe seit der Entstehung der Art sich bis heut in ihr erhalten haben.

Das ist auch nicht unmöglich. Sachs hat darauf hingewiesen [3]), dass fast unwägbare Spuren von Gährungserregern fast unbegrenzte Massen anderer Stoffe zersetzen, sowie auf die unbegreiflich kleine Menge des Befruchtungsstoffes, der durch ein Spermatozoid oder einen Pollenschlauch auf die Eizelle übertragen wird, und dennoch das gesammte spätere Wachstum des Organismus bestimmt.

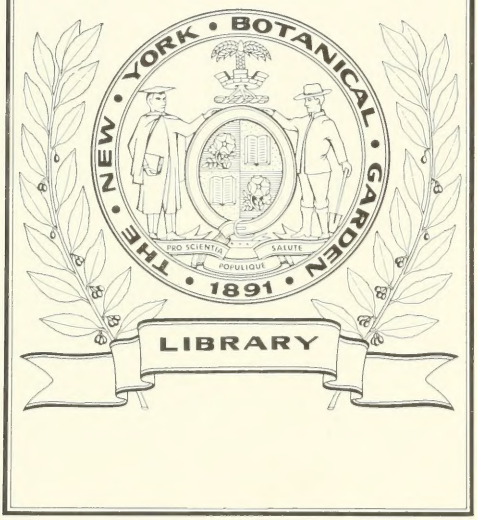
So kann recht wohl in jedem Samen sich immer wieder die winzige Menge der Stoffe ansammeln, die dazu erforderlich ist, die Ausbildung der verschiedenen Organe der künftigen Pflanze zu veranlassen und so wie diese Stoffe auf andere aus dem Boden und der Luft zufliessende verändernd einwirken, können sie aus ihnen auch wohl neue Teile ihrer eigenen Art entstehen lassen und ihre Menge immer wieder ergänzen.

Fasst man die Sache so auf, so liegt auch eine einfache Erklärung der von Sachs mitgeteilten merkwürdigen Beobachtung nahe [4]), dass Zwiebel- und Knollenpflanzen, wie Tulipa, Hyacinthus, Iris, Crocus im zeitigen Frühjahr zum Austreiben im Finstern veranlasst, neben gänzlich etiolirten Laubblättern normal geformte und gefärbte Blüten entwickeln, wogegen die nicht mit besonderen Reservestoffbehältern versehenen Brassica Napus, Tropaeolum majus, Cheiranthus Cheiri, Cucurbita, Paparer Rhoeas nicht im Stande sind, ihre bereits angelegten kleinen Blütenknospen zur Entfaltung zu bringen, wenn man die ganze belaubte Pflanze in's Finstere stellt, die Assimilation in den grünen Blättern also verhindert. Bei allen genannten Gewächsen mögen

[1]) Wigand. Grundleg. S. 75.
[2]) Sachs. Stoff und Form; S. 452.
[3]) — Daselbst S. 717.
[4]) — Daselbst S. 459.

~~580.5~~ XB
~~B47~~ .I346
v. 11
1902

THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PRO SCIENTIA POPULIQUE SALUTE
1891
LIBRARY



BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
Königsberg i. Pr.

Band XI.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE
BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

Stuttgart.
Verlag von Erwin Nägele.
1903.

.1346
Bd. II

Alle Rechte vorbehalten.

Druck von A. Bonz' Erben in Stuttgart.

Inhalts-Verzeichniss.

Heft 55.

Abweichende Blüten heimischer Orchideen mit einem Rückblick auf die der Abietineen. Von **K. Gustav W. Stenzel.** Mit 6 Tafeln. 1902.

Heft 56.

Untersuchungen über den Blattbau der Mangrove-Pflanzen. Von **F. W. C. Areschoug.** Mit 13 Tafeln. 1902.

Heft 57.

Das Tetrasporangium der Florideen, ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung. Von **F. Heydrich.** Mit 1 Tafel. 1902.

Heft 58.

Beiträge zur Blütenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung Saxifraga. Von **A. Günthart.** Mit 11 Tafeln. 1902.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE VILLE de GENEVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHEQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 19

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 55.

Dr. K. Gustav W. Stenzel
in Breslau.

Abweichende Blüten heimischer Orchideen

mit einem Rückblick auf die der Abietineen.

Mit 6 Tafeln.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENÈVE
VENDU EN 1922

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

CONSERVATOIRE BOTANIQUE
VILLE de GENÈVE

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DU CONSERVATOIRE BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 55.

Dr. K. Gustav W. Stenzel
in Breslau.

Abweichende Blüten heimischer Orchideen

mit einem Rückblick auf die der Abietineen.

Mit 6 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

Abweichende Blüten

heimischer Orchideen

mit einem Rückblick auf die der Abietineen.

Von

Dr. K. Gustav W. Stenzel

in Breslau.

Mit 6 Tafeln.

DUPLICATA DE LA BIBLIOTHÈQUE
DE L'INSTITUT BOTANIQUE DE GENEVE
VENDU EN 1922

CONSERVATOIRE BOTANIQUE GENÈVE

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1902.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der Oehler'schen Buchdruckerei, Heilbronn

Inhalts-Übersicht.

(Die in eckigen Klammern [ ] beigefügten Zahlen geben an, in welchen der angeführten Beobachtungen der Gegenstand besprochen worden ist).

Seite

Einleitung: Betrachtungen über den Wert der Bildungsabweichungen 1
Weibliche Blüte der Abietineen [1]—[30] 6-20
Abweichende Blüten heimischer Orchideen . 28
A. Zweizählige Blüten [31]—[70] . . 30
I. Orthodimere Blüten [31] [32] 30
II. Paradimere Blüten [33]—[40] . . 31
III. Antidimere Blüten [41]—[76] 33
Vereinzelte Vorkommnisse [77]—[82] . . 40
B. Zweiblättrige Blüten [83]—[93] . . . 41
C. Einblättrige Blüten [94]—[108] . . 45
Natur des unterständigen Fruchtknotens der Orchideen [109] 48
Blattlose Axen [110]—[113] 49
Ursache der Verminderung der Blütenteile der Orchideen 52
D. Verwachsungen [114]—[160] 55
I. Von Blütenblättern [114]—[130] . . . 55
II. Von Laubblättern [131]—[139] . . 58
III. Von Deckblättern [140]—[143] . . . 60
IV. Von Stengel und Fruchtknoten [144] . 61
V. Von Blüten: Zwillingsblüten [145]—[160] 62
E. Vierzählige Blüten [161]—[175] . . . 66
F. Fünfzählige Blüten [176]—[179] . . 70
G. Spaltungen [180]—[196] 72
H. Überzählige Staubgefässe [197]—[257] 76
Vertreten die Öhrchen und die Seitenteile der Lippe Staubgefässe? [197]—[201] . 77
I. Überzählige wirkliche Staubgefässe in gewöhnlichen Blüten [202]—[222] . . 81
a) äussere [202]—[208] 81
b) innere [209]—[216] 82
c) unbestimmte [217]—[222] 85
II. Überzählige wirkl. Staubgefässe in dreizähligen pelorischen Blüten [223]—[226] 86
III. Überzählige wirkliche Staubgefässe in zweizähligen Blüten [227]—[230] . . 86
IV. Staminodien an Stelle der Staubgefässe [231]—[256] 87
a) unpaariges äusseres Staubgefäss [231]-[235] 88

Seite

b) nur paarige äuss. Staubgefässe [236]—[240] 88
c) nur innere Staubgefässe neben dem gewöhnlichen [241] 89
d) äuss. und innere Staubgefässe [242]—[256] 89
V. Überzählige Staubgefässe in diandrischen Orchideen-Blüten [257] 93
J. Umbildungen [258]—[363] 94
I. Kelchblätter in Lippen [258]—[265] . . 95
II. Paarige Kronblätter in Lippen: Labellpelorien [266]—[285] 97
a) dreizählige Labellpelorien [266]—[278] . 97
b) zweizählige Labellpelorien [279] . . . 99
c) unbestimmte Labellpelorien [280]—[283] 99
III. Lippe in paariges Kronblatt: Petalpelorien [286]—[345] 100
a) dreizählige Petalpelorien [286]—[345] . 100
Übergangsstufen [286] 100
α) durch Schwinden des Sporns [287]—[297] 100
β) Spreite der Lippe wird ähnlich paarigen Kronblättern [298]—[301] 101
γ) fast vollkommene Petalpelorien [302]—[323] 102
δ) vollkommene Petalpelorien [324]—[340] 106
b) zweizählige Petalpelorien [341]—[345] . 109
IV. Paarige Kronblätter in Staubgefässe [346]—[354] 111
V. Lippe in Staubgefässe [355]—[357]. . . 114
VI. Staubgefässe in Kronblätter [358] . . . 115
VII. Narben;
a) in Blättchen [359]—[361] 116
b) in Staubgefässe [362]—[363] 117

Nachtrag zu Seite 13 117
Verzeichnis der Beobachter und ihrer im Vorhergehenden abgekürzt angeführten Schriften 117
Verzeichnis der Pflanzennamen 127
Erklärung der Abbildungen. 129

LIBRARY

Betrachtungen
über den Wert der Bildungsabweichungen.

Keiner der Wege, auf denen man versucht hat, Einsicht in die Gesetzmässigkeit des Aufbaus der Pflanzen zu erlangen, hat eine so verschiedene Wertschätzung erfahren, als das Studium der Bildungsabweichungen. Seit Goethe [1]) ausgesprochen hat, dass wir durch die Erfahrungen, welche wir an der rückschreitenden Metamorphose zu machen Gelegenheit haben, dasjenige werden enthüllen können, was uns die regelmässige verheimlicht, deutlich sehen, was wir dort nur schliessen dürfen, haben zahlreiche Botaniker ähnliche Beobachtungen, welche sie zu machen Gelegenheit hatten, in gleichem Sinne verwertet und kein Geringerer, als Hugo Mohl [2]) hat sich dahin ausgesprochen, dass die Missbildungen die hauptsächlichsten Data zur Ausbildung der Lehre von der Metamorphose geliefert, und man wohl behaupten dürfe, dass ohne Beobachtungen missgebildeter Blüten der menschliche Scharfsinn kaum im Stande gewesen wäre, den richtigen Weg zur Erklärung der Blütenbildung zu finden, und dass sie auch jetzt noch in vielen Fällen der Faden sind, mittelst dessen allein wir im Stande sind, uns durch die morphologischen Labyrinthe durchzuwinden. In demselben Sinne äussert sich Adolf Brongniart [3]) in seiner hervorragenden Abhandlung über einige pflanzliche Monstrositäten betreffs der Aufklärung, die wir diesen über den Bau des Stempels und den Ursprung der Eichen verdanken.

Bei den Fortschritten, die seitdem in der vergleichenden Morphologie, wie in der vergleichenden Anatomie der Gewächse gemacht worden sind, musste die Bedeutung der Bildungsabweichungen um so mehr zurücktreten, als sie unleugbar oft überschätzt worden war. Die Wortführer der Entwickelungsgeschichte aber gingen bald so weit, ihnen jeden Wert für die Entscheidung morphologischer Fragen abzusprechen.

Noch in seiner Besprechung des Stempels der Leguminosen will Schleiden [4]) die Annahme, dass man diesen vielleicht für einen mit Achsenbedeutung versehenen Petiolus halten könnte, nur als Vermutung angesehen wissen, „da uns auch kein Beispiel der rückschreitenden Metamorphose bekannt ist, das den Beweis dafür oder dagegen mit Bestimmtheit lieferte.“

Aber schon in den, wenige Jahre später erschienenen, Grundzügen der wissenschaftlichen Botanik [5]) ist die einzige Möglichkeit, zu wissenschaftlicher Einsicht in der Botanik zu gelangen, das Studium der Entwickelungsgeschichte und nicht einmal unter den dabei gelegentlich als Beihülfe dienenden Mitteln werden die Bildungsabweichungen überhaupt noch erwähnt.

[1]) Goethe. Metam. S. 4, § 7.
[2]) Mohl. Anth. in Carp., in Vermischte Schr. S. 28.
[3]) Brongniart. Monstr. vég. p. 21, 23.
[4]) Schleiden und Vogel. Legum. S. 69.
[5]) Schleiden. Grundzüge, 1842. (1. Auflage).

AUG 7 - 1923

Ganz in Schleiden's Sinne hat dann Wigand [1]) in seiner Grundlegung der Pflanzenteralogie, die alles enthält, was an guten, wie an anfechtbaren Gedanken auf diesem Gebiete bis jetzt zu Tage getreten ist, eben so scharfsinnig wie massvoll ausgeführt, dass bei morphologischen Fragen die Betrachtung der Bildungsabweichungen keine absolute Entscheidung geben könne, die Entwickelungsgeschichte dagegen stets das endgültig Entscheidende sei.

Sehr viel lebhafter spricht sich Goebel aus, indem er von ähnlichen Anschauungen ausgehend, sein Urteil dahin zusammenfasst [2]): die bisherige Entwickelung der Teratologie müsse als eine grösstenteils unbrauchbare, ihre Methode, vom Verbildeten auf das Normale zu schliessen, als eine verfehlte bezeichnet werden; und wenn er hinzufügt, es solle gar nicht geleugnet werden, dass die Teratologie in manchen Fällen uns Fingerzeige für die richtige Auffassung morphologischer Fragen geben könne, diese Fragen seien aber doch selten und nicht von hervorragender Bedeutung — so geht Sachs noch einen Schritt weiter. „Die Missbildungen", sagt er, [3]) „sind nun einmal Missbildungen und nicht ‚Fingerzeige' für die typisch morphologische Natur der Organe, wie das die formale Morphologie wollte" — diesmal auch Goebel, wie eben angeführt worden ist — und nach Betrachtungen über das Zustandekommen der Monstrositäten, als das Resultat eines Kampfes zwischen normalem Bildungstrieb und zufälligen äusseren Einwirkungen, die den von Strasburger einmal, wie ich glaube, treffender ausgeführten [4]) ähnlich sind, fährt er fort: [5]) „Dass die Missbildungen ein Chaos ohne Gesetz und Regel darstellen, wird jeder zugeben, der einige Sachkenntnis und zugleich Sinn für Ursache und Wirkung auf dem Gebiete der organischen Formen besitzt. Will man sich auf diesem Gebiete überhaupt zurechtfinden, so ist das Erste, die Missbildungen eben als Missbildungen zu betrachten, und nicht ohne jeden vernünftigen Grund zu glauben, dass man aus der Unordnung die Ordnung, aus der absoluten Gesetzlosigkeit das Grundgesetz vegetabilischer Gestaltung ableiten könne."

Es ist damit Sachs ähnlich gegangen wie Schleiden. In seinem Lehrbuch der Botanik [6]) sprach er sich bei Erörterung der Ansichten über die weiblichen Blüten der Nadelhölzer dahin aus, „dass man einstweilen, bis bestimmte Gegenbeweise aus der Entwickelungsgeschichte und aus Missbildungen vorliegen, die Blattnatur der Samenknospen provisorisch festhalten muss." Hier konnten also die Bildungsabweichungen noch bestimmte Beweise liefern.

Als Schleiden seine, dieser ganz ähnliche Ansicht später änderte, schwieg er darüber. Sachs ging nicht so schonend mit sich um. Als Verfasser der „physiologischen Notizen" nahm er keinen Anstand, dem, der noch auf seinem früheren Standpunkt stand, also auch dem Verfasser des „Lehrbuchs" selbst, jede Sachkenntnis und zugleich den Sinn für Ursache und Wirkung auf dem Gebiete der organischen Formen abzusprechen, ihn als einen solchen zu bezeichnen, der ohne jeden vernünftigen Grund glaube, dass man aus der Unordnung die Ordnung ableiten könnte. Immerhin ein, wenn auch schwacher Trost für die, welche sich nicht so vollständig haben umbilden können; denn Sachs war kein Anfänger mehr, als er das Lehrbuch schrieb; im Gegenteil! Wie oft lässt er den Leser fühlen, von welcher Höhe herab er auf den Anfänger, für den er sein Buch geschrieben habe, heruntersieht. Jedenfalls haben wir keinen Grund, seine Aussprüche für so unfehlbar zu halten, wie sie uns in seinen Schriften entgegentreten.

Nachdem er so über die ganze bisherige Behandlungsweise der Bildungsabweichungen den Stab gebrochen hat, möchte er diese doch wieder auf die „eigentlichen Monstrositäten" beschränken [7]) indem

[1]) Wigand. Grundleg. S. 10. 28. — Dess. Kritik, S. 19.
[2]) Goebel. Entwickelungsgesch. S. 124.
[3]) Sachs. Physiolog. Not. VII. S. 222.
[4]) Strasburger. Coniferen. S. 166.
[5]) Sachs. Physiolog. Not. VII. S. 232.
[6]) Sachs. Lehrbuch. 1. Aufl. S. 425.
[7]) Sachs. Physiolog. Not. VII. S. 234.

man manche Abweichungen von den normalen Bildungen besser als das Gegenteil von Missbildungen betrachten könne, als Erscheinungen, in denen der morphologische Typus vollständiger zum Vorschein komme, als in der normalen Form, z. B. in den von Peyritsch untersuchten Pelorien und den als atavistisch bezeichneten Bildungsabweichungen.

Diese Ausführungen legen uns zunächst die Frage nahe, ob die Teratologie sich künftig nur mit den „eigentlichen Missbildungen" zu befassen habe. Das zeigt sich aber bald als undurchführbar. Vor allem wird von Sachs nicht angegeben, welche Missbildungen als „eigentliche" zu betrachten sein würden, und ebensowenig lässt sich das aus den angeführten Beispielen ersehen. So einfache Fälle, wie die von ihm auch angeführte Ausbildung des gewöhnlich ganz fehlenden inneren Staubblattkreises bei Iris, liessen sich vielleicht ausscheiden. Weiterhin aber wird der Weg bald ungangbar.

Wollen wir auch annehmen, dass die von Peyritsch bei den Labiaten in überwiegender Zahl beobachteten vierzähligen pelorischen Endblüten dem Klassentypus vollkommener entsprechen, als die in dieser Familie herrschenden, durch Zygomorphismus von diesen abweichenden Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüten, so kann dasselbe nicht gleichzeitig von den dort auch oft genug vorkommenden fünfzähligen Pelorien gelten und doch müssten wir die einen als eigentliche Missbildungen von den andern, als dem Gegenteil von Missbildungen, weit getrennt behandeln.

Noch unnatürlicher würde eine solche Scheidung bei den Pflanzen mit zweierlei auch sonst verschiedenen Pelorien sein. Um nur einige Beispiele anzuführen, sind bei Linaria die gespornten Pelorien viel häufiger als die ungespornten, die sich doch wohl mehr dem Klassentypus nähern, und mehr Anspruch darauf haben, als atavistische Rückschläge angesehen zu werden.

Die Ausschliessung dieser letzteren von den Missbildungen ist also keineswegs so einfach, wie es nach den Bemerkungen von Sachs scheinen könnte. Wenn aber Goebel [1]) das in der That ausserordentlich lehrreiche Vorkommen von Sporangien auf dem gewöhnlich unfruchtbaren Abschnitt des Blattes von Botrychium oder umgekehrt ihr Fehlen auf dem gewöhnlich fruchtbaren nicht als Missbildung gelten lassen will, sondern als eine Erscheinung, die nur zeigt, dass das Auftreten von Sporangien bei dieser Gattung, ähnlich wie bei Osmunda regalis, nicht auf einen Blattteil lokalisiert ist, so kann ich darin nur eine Verwechselung der Sache mit ihrer Deutung sehen. Unter Missbildung, sagt Goebel selbst [2]), versteht man eine starke Organ-Veränderung, die sehr häufig, aber keineswegs immer, mit einer Funktionsstörung verbunden ist. Dass die Entwickelung von Sporangien auf dem sonst sterilen Blattabschnitt eine starke Organveränderung ist, darüber kann wohl kein Streit sein; ja sie ist sogar eine recht eigentliche Missbildung, da die von ihr ergriffene Stelle ihre Ernährungsthätigkeit verliert, wie umgekehrt die Gegend des fruchtbaren Abschnitts, wo die Sporangien fehlen, die Verrichtung, der Fortpflanzung zu dienen, aufgiebt. Daran kann auch die Thatsache nichts ändern, dass diese Verbildungen ihre richtige Deutung aus der Vergleichung mit der nahe verwandten Osmunda erhalten. Was bei dieser die Regel ist, das ist bei Botrychium die Ausnahme und zwar eine hinreichend seltene, um sie als eine Anomalie zu betrachten. Ich habe hunderte von Pflanzen von Botrychium Lunaria Sw. durchsucht, ehe ich einmal diese Umbildung fand und unter sehr zahlreichen Pflanzen, die ich zuletzt auf dem Rücken des Urnitzberges bei Wölfelsgrund in der Grafschaft Glatz fand, war keine einzige abweichende. An andern Orten mögen diese öfter vorkommen; wenn aber Milde sagt „sehr häufig" [3]) oder „gar nicht selten" [4]) finden sich auf den Segmenten vereinzelte, oder zu kleinen Gruppen vereinigte Sporangien ein, so darf man das nur so verstehen, dass unter den ungezählten Pflanzen dieser Art, die dem unermüdlichen Durchforscher der heimischen Flora vorgekommen sind,

[1]) Goebel. Entwickelungsgesch. S. 112. Anm. 2.
[2]) Goebel. Daselbst S. 115.
[3]) Milde. Botrych. S. 52 (106).
[4]) Milde. Gefässkrypt. S. 363.

eine ganze Anzahl dieser Anomalien waren, die er dann auch unter den monströsen Bildungen aufzählt. Zu diesen müssen nach allem dem auch wir sie rechnen, und wir sehen in ihrer eingehenden Besprechung durch Goebel ein ausgezeichnetes Beispiel dafür, wie lehrreich solche Anomalien für das Verständnis normaler Zustände sein können.

Somit scheint es uns eben so wenig berechtigt, diese Formen von Botrychium, wie nach der Forderung von Sachs die atavistischen Bildungen, von den pflanzlichen „Missbildungen" auszuschliessen. Liegt nicht aber das Widerstreben, sie zu diesen zu rechnen überhaupt mehr im Namen als in der Sache?

Den älteren Botanikern traten naturgemäss zuerst vereinzelte, besonders auffallende Abweichungen entgegen; diese erschienen ihnen als Terata, Monstra, als wunderliche, missgestaltete, ungeheuerliche Gebilde, und ihre Bezeichnung als Monstrositäten hat sich dann erhalten, auch als man längst schon alle Abweichungen von der gewöhnlichen Form darunter verstand. Was für einen Sinn hat es aber, wenn man eine vollständig ausgebildete Pelorie, eine in allen Teilen zweizählige Blüte von Colchicum autumnale, Galanthus nivalis, Iris Pseud-Acorus oder eine eben so durchgehend fünfzählige von Paris quadrifolia für eine Monstrosität, eine Missbildung erklären soll, die in ihrer Art so regelmässig gebaut ist, wie irgend eine dreizählige der ersten Arten, oder eine vierzählige der Einbeere?

Es wäre daher gewiss in hohem Grade wünschenswert, Ausdrücke, wie Monstrositäten, Missbildungen ganz fallen zu lassen und dafür die Bezeichnung: Bildungsabweichungen, Abnormitäten, Anomalien zu gebrauchen, die den Begriff, den wir heute damit verbinden, deckt, und schon, wenn auch in engerem Sinne, 1842 von Schauer in der Uebersetzung von Moquin-Tandon's Éléments de Tératologie végétale, später von Wigand [1]) in seiner Grundlegung der Pflanzen-Teratologie oft, leider nicht durchgehend, und später auch von anderen, wie Cramer, Eichler, angewendet worden ist; mögen wir auch die übrigens fast immer leicht zu entbehrenden Ausdrücke Teratologie, Teratologen ihrer Kürze wegen so lange beibehalten, bis sie durch bessere ersetzt werden können.

Von den Bildungsabweichungen können wir dann auch die durch Krankheiten verursachten nicht ausschliessen, nicht nur, dass jede von der regelmässigen abweichende Bildung streng genommen als eine krankhafte bezeichnet werden kann, so ist auch zwischen den leichtesten Abänderungen und den bis zur Unkenntlichkeit entstellten nirgends eine Grenze zu ziehen, und für die Deutungen der Abweichungen scheint mir auch kein Bedürfnis zu einer solchen Scheidung vorzuliegen, da diese selbst, so weit sich bis jetzt erkennen lässt, denselben Gesetzen folgen. Dass verwandte Krankheitserscheinungen, z. B. die Gallenbildungen in einer besonderen Unterabteilung vereinigt werden, ist ja dadurch nicht ausgeschlossen; ebenso wenig, dass Verzerrungen, bei denen die Beziehungen zu den regelmässigen Bildungen ganz verwischt sind und die daher keine morphologische Deutung mehr zulassen, unberücksichtigt gelassen werden. Solche Abänderungen endlich, die noch in den Formenkreis der Art fallen, wie besondere Grösse oder Kleinheit, derbere oder zartere Beschaffenheit, Farbe und Behaarung und geringe Formenverschiedenheiten, werden wir besser den Systematikern überlassen, von denen sie ja auch schon vielfach berücksichtigt werden. Wird eine solche erblich, so geht sie in eine Unterart, Abart, oder Spielart über.

Kann auf diese Art das Gebiet auch nicht scharf umgränzt werden, so teilt es diesen Mangel mit vielen andern im Bereich der ewig beweglichen organischen Natur und wenn wir über diese Gebilde nun doch einmal sprechen, auch wohl absprechen wollen, so müssen wir doch wissen, wovon die Rede ist, und werden sie am besten als Bildungsabweichungen bezeichnen, als Aenderungen der pflanzlichen Organe, die sich erheblich von der Grundform, oder dem Typus der Art entfernen.

[1]) Wigand. Grundleg. S. 11, Anm.

Wichtiger noch ist die Frage nach der Bedeutung dieser Abweichungen.

Wer mit Sachs der Ansicht ist, jeder, der einige Sachkenntnis und zugleich Sinn für Ursache und Wirkung auf dem Gebiet der organischen Formen besitzt, werde zugeben, dass die Missbildungen ein Chaos ohne Gesetz und Regel darstellen; dass hier absolute Gesetzlosigkeit herrsche: für den giebt es natürlich eine solche Frage nicht. Es wird ihm vielleicht selbst zur Befriedigung gereichen, dass Sachs hierin ganz mit solchen übereinstimmt, deren Kenntnisse von der Struktur und dem Aufbau der Pflanzen nach dem Ausdrucke von Masters[1]) nicht über die Einzelheiten hinausreichen, durch die sie zwei Arten unterscheiden können und von denen die Teratologie als ein Chaos betrachtet wird, in dessen sinnloses Wirrsal Ordnung zu bringen ein vergeblicher Versuch wäre; als ein unfruchtbares Feld, nicht wert der Bestellung.

Aber, von wie weit von einander abliegenden Standpunkten ausgehend, der geschätzte Physiologe mit diesen etwas einseitigen Systematikern hier zusammentrifft; in diesem Punkte haben sie beide Unrecht.

Nehmen wir die Gruppe der heimischen Orchideen, die uns nachher beschäftigen soll. Wenn hier bei einer Blüte die Unterlippe fehlt, bei einer zweiten die paarigen Kelchblätter über der so entstandenen Lücke zusammenrücken, bei einer dritten seitlich mit einander zum Teil, bei einer vierten ganz verschmelzen, so dass sie, indem sich zuletzt auch nur zwei Fruchtblätter ausbilden, eine so regelmässig zweizählige Blüte darstellt, dass niemand der sie für sich untersuchte, auf den Gedanken kommen würde hier eine Bildungsabweichung oder gar eine „Missbildung“ vor sich zu haben; dabei alle diese Blüten streng zweiseitig ausgebildet; die gewöhnliche Grundform bis auf die angegebenen Abänderungen bewahrend — hat es da überhaupt noch einen Sinn, von absoluter Gesetzlosigkeit zu sprechen?

Fast ebenso regelmässig sind die verschiedenen vierzähligen Blüten gebaut und wenn neben dem gewöhnlichen Staubgefäss ein und das andere sich da ausbildet, wo solche bei den nächstverwandten Familien regelmässig da sind, wenn endlich die Staubgefässe verblatten und bald teilweise, bald ganz in Blumenblättchen übergehen, so geschieht auch dies noch oft genug in guter Ordnung. Erst bei den hier sehr seltenen, durch Bildung neuer Blättchen noch stärker gefüllten Blüten, wie bei den meist gleichzeitig stattfindenden Durchwachsungen lässt sich das Stellungsverhältnis zuletzt nicht mehr sicher verfolgen und auf solche Vorkommnisse, die aber nur einen kleinen Bruchteil der Bildungsabweichungen bilden und kaum zu morphologischen Missdeutungen Anlass gegeben haben, kann man die Bezeichnungen von Sachs anwenden. Bei den Vergrünungen treten öfter Verkrüppelungen ein, die bei dem, der sie nur obenhin betrachtet den Eindruck hinterlassen, als ob hier „Missgestalt in Missgestalten schaltete“; wer sich aber die Mühe nimmt, sie genauer zu untersuchen, findet fast immer, dass auch hier „das Ungesetz gesetzlich überwaltet“ wird.

Was endlich der von Sachs vorausgesetzte „Sinn für Ursache und Wirkung auf dem Gebiet der organischen Formen“ zu seiner Auffassung der Bildungsabweichungen beitragen soll, ist nicht recht einzusehen; wissen wir doch nicht auch nur von Einem Blatt oder von einer Blüte einer regelmässig entwickelten Pflanze, warum sie sich gerade da, und gerade so ausbilden wie es geschieht.

Nicht die absolute Gesetzlosigkeit, die angeblich bei den Bildungsabweichungen herrscht, ist es also, die es erschwert, aus ihnen Schlüsse auf die Natur der gewöhnlichen Bildungen zu ziehen, sondern dass wir die Gesetze, nach denen sie sich bilden, noch nicht so gut kennen, wie bei den letzteren. Denn ich kann Schumann[2]) darin nicht beistimmen, dass er die Teratologie ganz von der Entscheidung morphologischer Fragen deshalb ausschliesst, weil noch nicht ausgemacht sei, dass die teratologischen Vorkommen so zu sagen eine geradlinige Fortsetzung des Bildungsganges irgend eines Organes seien.

[1]) Masters. Pfl. ter. S. 1.

[2]) Schumann Blütenmorph. S. 147.

Mir scheint es gar nicht zweifelhaft, dass diese letztere nur zur Hervorbringung der regelmässigen Form führt und dass jede Bildungsabweichung auf einer Ablenkung der bildenden Kraft vom graden Wege beruht. Von den häufigeren Arten unserer Blütenpflanzen ist uns nun durch zahlreiche Beobachtungen der Gang ihrer Ausbildung von der Keimpflanze bis zur Samenreife hinreichend bekannt; für die Bildungsabweichungen dagegen erst von vergleichsweise wenigen, nicht allein wegen ihrer Seltenheit, sondern auch wegen ihrer geringeren Regelmässigkeit. Während wir wohl annehmen dürfen, dass bei der gewöhnlichen Form durch eine lange Reihe von Geschlechtern die zu ihrer Ausbildung zusammenwirkenden Kräfte sich längst mit einander ins Gleichgewicht gesetzt und die dadurch bedingten Gestalten eine gewisse, oft grosse Festigkeit erhalten haben, müssen sie bei den Bildungsabweichungen durch die ablenkenden Kräfte erst überwunden werden. Dadurch entstehen öfter nicht sicher zu deutende Gestalten, namentlich aber sind vereinzelte, an sich ganz klare Bildungsabweichungen, deren Auftreten aber keine erkennbare Regel zu Grunde lag, ihrem Werte nach überschätzt worden und haben zu anfechtbaren oder selbst unhaltbaren Auslegungen Anlass gegeben. Diese sind es hauptsächlich, die das Vertrauen in den Wert der Abnormitäten überhaupt erschüttert haben und, wie das häufig geschieht, hat die Uebertreibung nach der einen Seite eine Uebertreibung nach der andern hervorgerufen und bei nicht wenigen dazu geführt, diesen Bildungen jeden Wert für die Beantwortung morphologischer Fragen abzusprechen. Gewiss mit Unrecht; denn selbst der mit Hülfe der Entwickelungsgeschichte gefundene Thatbestand lässt oft genug verschiedene Auslegungen zu, über die uns diese selbst keine weitere Auskunft giebt. Auf solche Punkte werden wir namentlich durch die Vergleichung mit verwandten Pflanzen, zuweilen auch durch Bildungsabweichungen aufmerksam gemacht. Beide zeigen uns, dass eine noch so genaue Betrachtung weder der fertigen, noch der werdenden Teile uns immer die ganze Natur derselben erkennen lässt.

Es beansprucht daher neben der Entwickelungsgeschichte auch die vergleichende Morphologie und Anotomie ihren Platz, der ihnen wohl jetzt von keiner Seite mehr bestritten wird; ebenso aber auch die Bildungsabweichungen. Ja unter diesen sind einige schon so vielseitig durch ganze Stufenreihen verfolgt worden, dass wir aus diesen die Regel ableiten können, die ihrer Bildung zu Grunde liegt und darauf einen Induktionsschluss von genügender Sicherheit gründen dürfen. Beides wird am besten ein Beispiel zeigen.

(Weibliche Blüte der Abietineen).

An durchwachsenem Lärchenzapfen (Larix decidua Mill.) findet man, wenn sie nicht wie gewöhnlich oben abgerundet endigen, sondern sich allmählich in den, über sie hinausgewachsenen Zweig verschmälern (I. 1) [1]), in den Winkeln der Nadeln hier und da gewöhnliche Zweig- oder Blattknospen (kn) mit zwei, rechts und links stehenden Vorblättern oder Knospenschuppen, auf die zunächst zwei, weiter nach innen vorn und hinten stehende folgen. Geht man an dem Zweige weiter nach dem Zapfen [1] hin, so trifft man zuweilen an Stelle dieser Knospen solche (I. 1, z = I. 2, 3), bei denen die äusseren seitlichen Schuppen (l, r) grösser geworden, aufgerichtet oder selbst nach aussen gebogen sind; vorn weit auseinander gerückt (2, r, l), so dass zwischen ihnen die Zweigknospe mit ihren inneren, auch schon etwas veränderten Schuppen (v, h) frei daliegt, während ihre hinteren Ränder (3, r, l) am Grunde noch fast zusammenstossen. Ihre vorderen, ursprünglich vor der Knospe an einander liegenden Ränder sind dagegen so weit nach aussen gedreht, dass die beiden Schuppen fast in einer Ebene liegen, vor ihnen die Knospe, d. h. die inneren Knospenteile. Dabei ist ihr Gewebe schon derber, fast holzig, in allem dem der Fruchtschuppen ähnlich geworden. An einer noch etwas weiter nach unten stehender Knospe [2] (I. 1, w = I. 4, 5) sind die jetzt nach aussen gedrehten Ränder der beiden äusseren Schuppen mehr nach hinten gebogen; die eine (4, l) auf der, jetzt der Zapfenspindel zugekehrten Rückseite

[1]) Hier wie im Folgenden bezeichnet die römische Zahl die Tafel, die dahinterstehende arabische die Figur.

mit einem zapfenförmigen Vorsprung, der, wie eine Vergleichung mit I. 7, o nahe legt, vielleicht der erste Ansatz einer Samenanlage ist. Von den inneren Knospenschuppen sind nur noch die vordere (v) [3] und die hintere (h) da, faltig, aufgerichtet. Fehlen diese ganz, wie bei einer der folgenden Stufen (I. 6, 7), so verwachsen die hinteren Ränder der äusseren Knospenschuppen (6, r, l), die nun auch von vorn gesehen frei da liegen, von unten herauf; ihre ursprünglich vorderen, jetzt äusseren, Ränder drehen sich noch weiter nach hinten, und auf der hohlen, ursprünglich nach aussen, jetzt der Zapfenspindel zugewendeten, hinteren Fläche zeigt sich jederseits eine noch unvollkommen ausgebildete Samenanlage (7, o), die gleichwohl an ihrem Flügel (fl) sicher zu erkennen ist. Verwachsen an noch [4] weiter nach dem Zapfen hin stehenden Stufen (I. 1, u = I. 8, 9) beide Schuppen höher hinauf, wobei man an der, aussen wie innen von dem Einschnitt zwischen ihnen herablaufenden Naht noch die Zusammensetzung des Ganzen aus zwei Stücken erkennen kann, so ist nur ein kleiner Schritt bis [5] zur gewöhnlichen, scheinbar einfachen Fruchtschuppe (I. 10, 11), an der höchstens noch eine Ausrandung am oberen Ende auf die Art hindeutet, wie sie zu Stande gekommen ist.

Wer ohne vorgefasste Meinung diese Reihe von Umbildungen verfolgt, die von einem und demselben Lärchenzapfen entnommen sind und zwischen die sich noch zahlreiche an anderen Zapfen beobachtete würden einschalten lassen, von denen sich aber schon jetzt eine an die andere anschliesst, jede nur durch geringe Verschiedenheiten von der vorhergehenden getrennt, der wird sich schwer der Überzeugung verschliessen, dass die Fruchtschuppe von Larix den beiden äussern Schuppen einer Zweigknospe wesensgleich ist, und weiter, dass die Fruchtschuppe aus der Verwachsung dieser zwei Knospenschuppen, mit ihren innern, der Zapfenspindel zugekehrten Rändern hervorgegangen ist; dass sie daher die zwei Ovula auf ihrer Rückseite trägt, während die Knospe vor ihr steht.

[6] In der That hat Alexander Braun aus der Beobachtung eines sehr lehrreichen Lärchenzapfens, der dem eben beschriebenen wahrscheinlich ganz ähnlich war, schon 1840 beide Folgerungen abgeleitet und, da sie durch einige weitere Funde bestätigt wurden, 1842 auf dem wissenschaftlichen Kongress in Strassburg erläutert. [1]) Diese Mitteilung ist von allen Späteren, auch von mir, übersehen worden. Nur Engelmann [2]) gedenkt ihrer und bemerkt mit Recht, dass nicht H. Mohl, der sie erst 1871 ausgesprochen, sondern Alexander Braun als der Begründer dieser Auffassung von der weiblichen Blüte der Abietineen zu betrachten ist.

Dass dies so lange unbeachtet bleiben konnte, liegt z. T. daran, dass der Bericht über den Strassburger Kongress bei uns wenig verbreitet und schwer zu erlangen ist, z. T. aber auch daran, dass Braun selbst später zweifelhaft wurde, ob seine ersten Annahmen ganz berechtigt seien: dass die Fruchtschuppe der Abietineen aus je zwei verwachsenen Blättern gebildet ist, hat er zwar immer [7] festgehalten, doch hat er es später nur gelegentlich kurz berührt [3]); „1845 aber — so schrieb er mir später — habe ich wieder einen lehrreichen Zapfen untersucht, der mir umgekehrt die Knospe hinter den verwachsenen Schuppen zeigte, so dass ich an dem früheren Resultat zweifelte, zumal später [8] auch Caspary [4]) es so fand“ — ebenfalls an einem Zapfen. In den von Al. Braun nach den, damals gemachten Aufnahmen, mit der Feder leicht hingeworfenen Skizzen, liegen zwar die beiden ursprünglich seitlichen Schuppen mit ihren Rändern vorn, im unteren Teile wenigstens nach an einander (I. 12. 13, r, l), so dass es nahe lag anzunehmen, dass sie hier verwachsen würden. In dem Grundriss aber, (14, r. l.) sind sie deutlich getrennt, und ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass ihre vorn zusammentretenden Ränder, am Grunde nach hinten umgeschlagen, — wie ich es in dem nach dieser

[1]) Braun's Leben. S. 335, wo die bezügliche Stelle aus den Verhandlungen des Kongresses abgedruckt ist. — Vgl. auch Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 319.

[2]) Engelmann. Flowers of Conif. II. p. 234 a. Annot.

[3]) Braun. Individ. d. Pfl. S. 65, Anm., und dessen Polyembr. S. 243, Anm. 3.

[4]) Caspary. Abiet. p. 5.

Voraussetzung entworfenen Grundriss durch punktirte Linien (15. r^2, l^2) angedeutet habe — sich seitlich, vielleicht selbst bis hinter die „Knospe“ (kn) herumgezogen haben, wie wir das ähnlich bei der Fichte oft genug finden. Das wird sich auch entscheiden lassen, nicht nur durch die Beobachtung dieser Ränder, sondern auch nach der Orientirung der Gefässbündel in den beiden Schuppen. Sind diese wirklich mit ihren Vorderrändern verwachsen, so stehen die Ovula auf ihrer vorderen Fläche und ihnen müssen die Holzteile der Gefässbündel zugewendet sein; sind aber, wie bei den anfangs beschriebenen Umbildungen, die ursprünglichen Vorderränder nach aussen umgeschlagen, wie wir in dem Grundriss (Fig. 15) angenommen haben, so stehen die Ovula auf ihrer Rückfläche und deren Gefässbündel müssen ihnen ihren Bastteil zukehren. Sind nun solche Mittelbildungen von Al. Braun und Caspary gefunden worden, so können ähnliche auch wieder gefunden werden, und erst deren Untersuchung kann entscheiden, ob hier zwei wirklich monströsse Bildungen vorliegen, oder nur eine sehr auffallende, aber doch mit der zuerst von Al. Braun aufgestellten, Auffassung nicht unvereinbare Verschiebung der beiden seitlichen Knospenschuppen nach vorn.

Aber auch wenn die Entscheidung für die letztere Ansicht ausfällt, könnte aus den bis dahin gemachten Beobachtungen noch keine Regel für diese Umbildungen abgeleitet werden; dazu war ihre Zahl zu klein. Wie Al. Braun so hat auch Caspary nur an je ein bis drei unter den vielen von ihnen gesehenen durchwachsenen Lärchenzapfen lehrreiche Beobachtungen anstellen können und unter hunderten, die mir dann selbst im Laufe der Jahre vorgekommen sind, ist der oben besprochene von einer Krüppellärche aus der Gegend von Karlsthal im Isergebirge der einzige geblieben, an dem die Mittelstufen zwischen Fruchtschuppe und Knospenschuppe in einer stetigen Reihe ausgebildet waren.

[9] Auch Örsted [1]) hat nur an wenigen der von ihm gesehenen durchwachsenen Lärchenzapfen solche Mittelstufen gefunden. Diese bestätigten aber seine, aus Beobachtung bei der Fichte hergeleitete Ansicht, dass die Fruchtschuppe durch Umbildung und Verwachsung der beiden äussersten Schuppen einer Knospe entstanden sind; ob mit den vorderen oder hinteren Rändern, darüber spricht er sich auch hier nicht bestimmt aus. Seine Abbildung einer noch wenig veränderten Zweigknospe (Fig. 1, e) von der wir annehmen müssen, dass sie, wie die übrigen Figuren, von der, der Zweigachse zugewendeten Seite gezeichnet ist, macht es aber wahrscheinlich, dass die beiden äusseren schon grösser gewordenen und aufgerichteten Schuppen vorn, an der nach dem Tragblatt hin liegenden Seite weiter auseinander gerückt sind als hinten; jedenfalls drehen sie ihre vorderen Ränder nach aussen, und lassen darauf schliessen, dass die Umbildung einen gleichen Gang genommen habe, wie den oben geschilderten. Von besonderem Interesse ist diese Knospe dadurch, dass diese Schuppen denen der gewöhnlichen Zweigknospe noch so nahe stehen, dass eine Ableitung derselben aus den Teilen der Fruchtschuppe wie sie nach Eichler's Anschauung angenommen werden müsste, äusserst unwahrscheinlich ist.

[10] Dann aber hat Velenovsky [2]) eine weitere Anzahl solcher Uebergangsformen bei Lärchenzapfen beobachtet, die alle mit den ersten von Al. Braun beschriebenen übereinstimmten.

[11] Einmal fand er sogar nicht nur die zwei äusseren, sondern auch die (vier) inneren Schuppen einer Knospe fruchtschuppen-ähnlich ausgebildet und auf ihrer Rückseite je ein Eichen tragend, was immerhin von Interesse ist, weil es zeigt, dass unzweifelhafte Knospenschuppen diese Umbildung erfahren können, wie wir sie für die beiden äusseren als einen bei der Zapfenbildung regelmässig eintretenden Vorgang annehmen. Dass auf jeder der kleinen Schuppen sich nur ein Eichen entwickelt hat, unterstützt zugleich die Annahme, dass die Fruchtschuppe mit ihren zwei Eichen durch Verwachsung von zwei Teilen mit je einem Eichen entstanden ist.

[12] Endlich hat Noll [3]) an Lärchenzapfen vom Rheinfels bei St. Goar eine Menge „klarer und

[1]) Örsted. Bidrag. p. 12. Fig. 1, a — e.
[2]) Velenovsky. Abietin. S. 516—521, Taf. XI.
[3]) Noll. Abietin. Zapfen, S. 2.

sich unmittelbar an einander reihender Uebergänge von der vegetativen Achselknospe zur achselständigen Samenschuppe" beobachtet. Bei allen stand, wie bei den ersten, von Al. Braun untersuchten, die Knospe vor den beiden zur Samenschuppe sich umbildenden Knospenschuppen und die Samenanlagen auf deren Rückseite. Diese in grosser Zahl und in sehr verschiedenen Gegenden beobachtete Bildung dürfen wir daher jetzt für den Lärchenbaum als die regelmässige bezeichnen.

Sie ist jedoch nicht auf diesen beschränkt: denn die bei der Fichte, Picea excelsa Lk., gefundenen Mittelstufen stimmen, obgleich sie viel mannigfaltiger ausgebildet sind, im Wesentlichen mit denen des Lärchenbaumes überein.

[13] Zunächst sieht man die Nadeln, in deren Winkeln die gewöhnlichen, wie auch die schon etwas umgebildeten Knospen stehen, die über ihrem Grunde abgegliedert, später abfallen (I. 16—19) in die kurzen häutigen am Rande gewimperten, stehen bleibenden Deckblätter (I. 20. 27) übergehen; [14] dies lässt sich am ausgezeichnetsten an den von Örsted [1]) beschriebenen Zweigen einiger zur Hecke zurückgeschnittenen Krüppelfichten im botanischen Garten zu Upsala verfolgen, deren Nadeln von der Mitte aufwärts in lückenloser Stufenfolge in die Deckblätter von Knospen (I. 22, d; 23, d), zuletzt von Fruchtschuppen übergehen, die am Ende des Zweiges zu einem kurzen Zapfen zusammentreten; ein Vorgang, der schon sehr bestimmt auf den Zusammenhang zwischen Zweigknospen und Fruchtschuppen hinweist.

[15] Auch die ersten Umbildungen der letzteren, sowohl an den Upsalaer Zweigen, wie an den Durchwachsungen von Fichtenzapfen unserer Bergwälder, finden in ähnlicher Weise wie bei der Lärche statt. Die beiden seitlichen Knospenschuppen richten sich auf (I. 17, r, l) und treten vorn weit auseinander, während sie sich hinter der Knospe nähern; ihre Vorderränder biegen sich nach aussen; ihre Masse ist der der Fruchtschuppen ähnlich, nur der Saum, namentlich an der Spitze, noch häutig und gewimpert, wie die gewöhnlichen äusseren Knospenschuppen. Auch die durch das Auseinanderweichen ihrer vorderen Ränder frei daliegende vordere Knospenschuppe (v) hat eine ähnliche Beschaffenheit angenommen, während die hintere und die innere noch unverändert sind. Diese Stufe stimmt mit den nur wenig weiter vorgeschrittenen, die wir oben an der Lärche beschrieben haben (I. 2—5.) so sehr überein, dass kein Zweifel darüber bleiben kann, dass sie bei beiden Arten sich nach denselben Gesetzen gebildet haben. Damit aber haben wir einen sichern Ausgangspunkt für ihre Deutung bei der Fichte gefunden, wo diese sonst durch die äusserst mannigfaltige Ausbildung der innern Knospenschuppen, namentlich der vorderen, erschwert wird.

[16] Wo diese letztere unentwickelt bleibt, wie I. 16, stehen jene wohl noch frei vor den vorn weit auseinander gewichenen, hinten an einander liegenden und schon verschmelzenden seitlichen Schuppen, deren eine am Grunde ihrer der Zapfenspindel zugewendeten Fläche eine kleine Anschwellung trägt, wie sie öfter als erste Anfänge zur Bildung eines Eichens auftreten.

[17] Solche Vorkommnisse weisen uns darauf hin, dass da, wo die seitlichen Schuppen vorn mit einander verbunden sind, dies durch die dann scheinbar fehlende vordere Knospenschuppe geschieht. In der That wird diese bei der Fichte in der Regel in die Umwandlung der beiden seitlichen mit hineingezogen, sie wird diesen an Grösse, Derbheit, Farbe ähnlich, und verwächst rechts und links mit ihren nach vorn gedrehten, ursprünglich inneren Flächen. Die aus diesen dreien zusammengesetzte Platte nimmt dann anfangs von aussen, endlich auch von innen gesehen, mehr und mehr das Aussehen einer einfachen Fruchtschuppe an, in die sie durch Schwinden der ihr Mittelstück bildenden vorderen Schuppe zuletzt auch übergeht.

[18] Breitet sich beispielsweise die hier gerade zusammengefaltete, vordere Knospenschuppe (I. 18, v) wieder aus, indem die hier noch nicht umgeschlagene Hälfte sich gleichfalls so weit dreht, dass sie mit [19] der andern in eine Ebene zu liegen kommt, und verwächst in ihrer untern Hälfte an ihren Rändern

[1]) Örsted. Bidrag, p. 8—12; Tab. I, Fig. 1—30.

mit den innern Flächen der vorn schon stark nach aussen gedrehten äussern Schuppen (r, l) so bildet sie, wie in I. 20, mit ihnen nach vorn eine zusammenhängende, in ihrer Beschaffenheit der Fruchtschuppe ganz ähnliche, nur nach oben dreilappige Platte. Von der Zapfenspindel aus (I. 21) aber sieht man, dass die äusseren Knospenschuppen hinten ganz nah an einander gerückt, am Grunde kümmerliche, aber doch unverkennbare Samenanlagen (o) tragen und sich so als die beiden Hälften der, in weiter vorgeschrittenen Stufen aus ihnen entstehenden Fruchtschuppe erkennen lassen. Vor ihnen, zwischen ihnen und dem Deckblatt (I. 20, d) steht die hintere Knospenschuppe (21, h), noch wenig verändert, und in der Mitte mehrere mit einander und mit der vorderen Schuppe (v) mehr oder weniger hoch verwachsene, stärker verbildete innere Blättchen. Hier liegt also die „Knospe“ wenn wir der Kürze wegen deren innere Teile, mit Ausschluss der äussersten seitlichen Schuppen, so bezeichnen wollen, vor den letzteren zwischen ihnen und dem Deckblatt.

Mit dieser Form stimmt eine sehr grosse Zahl der bisher aufgefundenen Zwischenstufen überein, [20] bald noch der gewöhnlichen Zweigknospe, öfter der Fruchtschuppe näher stehend. Dies gilt namentlich auch von mehreren der von Örsted[1]) leider nur von der Innenseite abgebildeten Uebergangsstufen, was um so mehr zu bedauern ist, als bei ihnen die vordere Knospenschuppe sich länger frei von der Verwachsung mit den seitlichen ausgebildet zu haben scheint, wie gewöhnlich, und die stetige Reihe von Mittelformen, wie sie der erste seiner Zapfenzweige zeigt, leicht am überzeugendsten den wahren Sachverhalt hätte erkennen lassen. Aber auch wer nur die von der Zapfenspindel aus gezeichnete Knospe (I. 22 = Örsted's Fig. 22) mit der wenig höher stehenden (I. 23) vergleicht, wird nicht im Zweifel darüber sein, dass die beiden vorn liegenden, am Grunde zusammenstossenden Schuppen der tiefer stehenden Knospe, den durch die Eichen an ihrem Grunde als die zwei Teile einer Fruchtschuppe kenntlichen der höheren entsprechen, und dass die übrigen Knospenteile zwischen ihnen und dem Deckblatte, also vor den zwei Hälften der Fruchtschuppe liegen.

Bei den, den regelrechten Fruchtschuppen näheren Knospen wird die vordere Schuppe und die [21] seitlichen gleich hoch, und sie verwachsen bis oben hin. Zunächst sind sie aussen noch durch zwei Längsfurchen gegen einander abgegrenzt (I. 24) während man von der Zapfenspindel aus die hintere und ein paar innere Knospenschuppen sieht, um welche sich die, zwar nicht mehr hinten zusammenstossenden, aber immer noch ziemlich weit vorspringenden inneren, ursprünglich hinteren Ränder der seitlichen Schuppen (l, r) beiderseits herumziehen und sich namentlich nach unten noch deutlich bis hinter die hintere Knospenschuppe (h) verfolgen lassen (I. 25, 26), so dass auch hier die „Knospe“ thatsächlich nicht hinter, sondern zwischen und selbst vor den wirklichen Stücken der Fruchtschuppe steht.

Je mehr sich dieser das Ganze annähert, desto mehr schwinden die inneren Knospenteile und [22] desto inniger wird die Verbindung der andern mit den seitlichen Schuppen. Sie erscheinen nach aussen als eine einfache flach gewölbte oben breit abgestutzte Platte (I. 27), aus der nur nach hinten die Ränder der äusseren Schuppen noch deutlich hervortreten und den letzten Rest der „Knospe“, einen kleinen Zapfen (kn), seitwärts und am Grunde selbst nach hinten noch umgeben (I. 28, 29). Ich kann diesen Rest nicht wie Eichler für eine blattlose Axe halten, da diese, bei allen diesen Umbildungen, nie nachweisbar hervortritt, sondern nur für ein Blattgebilde, wie sie hier ähnlich bald zwischen anderen [23] bald als Abspaltungen von ihnen nicht selten angetroffen werden. Endlich treten die inneren Ränder der seitlichen Schuppen nur noch als herablaufende Rippen hervor (I. 30, 31, 32), an der einen und andern Seite wird die Anlage eines Eichens (o) sichtbar und vor dem mittleren Abschnitt findet man einen verkümmerten Rest der „Knospe“, ein Blättchen (h) oder einen kleinen Höcker. Aber auch diese stehen mit der vorderen Knospenschuppe, die immer noch den mittleren Abschnitt der hinter dem [24] Deckblatt stehenden Platte bildet, nicht hinter, sondern zwischen den beiden Teilen der wirklichen

[1]) Örsted. Bidrag. Fig. 3—6, 23, 25; die letzten gleich unseren Figuren: I. 22, 23.

Fruchtschuppe. Erst wo auch diese letzten Reste innerer Knospenteile schwinden, fehlt auch die vordere Knospenschuppe, und nun erst haben wir die regelrechte Fruchtschuppe mit ihren zwei seitlichen Eichen vor uns, nur aus den zwei, seitlich mit einander völlig verwachsenen äusseren Knospenschuppen zusammengesetzt. [1])

In diese Reihe von Uebergangsbildungen reihen sich alle andern bisher gefundenen ein, so verschiedenartig ihr Aussehen durch untergeordnete Ungleichheiten auch sein mag. So sind die seitlichen Schuppen oft noch tiefer nach aussen und nach hinten gebogen als (I. 20, 21); kleinere Teile von ihnen sind bald nur wie starke Zähne, bald wie Nadeln oder Lappen abgespalten, was noch häufiger bei den inneren Schuppen stattfindet, wo diese in ihrer ganzen Beschaffenheit der Fruchtschuppe ähnlich werden (I. 18); einzelne derselben rollen sich ein, werden auch wohl röhren-trichterförmig (I. 19 v); andere verwachsen untereinander oder mit den äussern Schuppen, ohne dass der Grundplan dadurch gestört würde.

In diesem stimmen alle Zwischenstufen mit denen der Lärche so weit überein, dass die Schlüsse auf die eigentliche Natur ihrer Fruchtschuppe, die wir oben [5] aus ihnen gezogen haben, auch für die ihr so nah verwandte Fichte Geltung haben, auch gegenüber den z. T. gewichtigen Bedenken, [25] die dagegen erhoben worden sind. Dass die vordere Knospenschuppe, sobald sie mit den beiden seitlichen verwächst, diesen in ihrer ganzen Beschaffenheit gleich wird, kann uns am wenigsten überraschen. Wenn sich in einer Orchideenblüte die gewöhnlich unentwickelt bleibenden paarigen Staubgefässe des äusseren Wirtels zu beiden Seiten der Lippe einmal ausbilden, so nehmen sie in der Regel Gestalt, Grösse und Färbung der letzteren an, während die vor den paarigen Perigonblättern des inneren Kreises ausnahmsweise sich entwickelnden diesen oder den nahestehenden Kelchblättern ähnlich werden. Die der Lippe zugewendeten Hälften der paarigen Kelchblätter nehmen zuweilen Farbe, Behaarung und Aderung der Lippe an oder haben Sporne, wie diese. Auch erfahren bei der Fichte wie bei der Lärche oft noch mehrere innere Knospenschuppen ganz ähnliche Veränderungen, wie die seitlichen und die vorderen.

[26] Weitgehende Verwachsungen von Laubblättern und noch mehr von Blumenblättern mit ihren Rändern sind ausserordentlich häufig, auch von solchen verschiedener Wirtel. Bei den Orchideen verwachsen sogar Kronblätter häufiger mit Kelchblättern als mit einander. Aber auch, dass hier die vordere Knospenschuppe bald mit ihren Rändern, bald mit ihrer Fläche mit der ursprünglichen inneren Fläche der seitlichen Schuppen verwächst, ist in so fern nichts Ungewöhnliches, als gerade Fruchtblätter bald mit den Rändern, oft genug aber mit den Rückenflächen ihrer nach innen eingeschlagenen Seitenteile verwachsen.

[27] Befremdend musste es dagegen erscheinen, als Strasburger fand, dass nicht nur in den beiden Hälften der Fruchtschuppe, sondern bei den Uebergangsstufen auch in dem zwischen ihnen stehenden, von uns als die vordere Knospenschuppe betrachteten mittleren Abschnitt die Gefässbündel ihren Bast nicht, wie man erwarten musste, dem Deckblatt, sondern der Zapfenspindel zukehrten. Das scheint mit unserer Auffassung unverträglich zu sein und darauf hauptsächlich stützte sich Eichler,

[1]) Wenn ich im Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft 1865, S. 103 angenommen habe, dass noch ein drittes, mittleres Schuppenblatt an der Bildung der Fruchtschuppe beteiligt sei, so würde dies die vordere Knospenschuppe sein, die aber, wie mir jetzt wahrscheinlicher ist, nicht mehr an der regelrechten Fruchtschuppe, sondern nur noch bei den letzten Umbildungsstufen aus den Knospenschuppen vorhanden ist, wie Tafel XIV, Fig. 27, 28 in meiner Abhandlung über durchwachsene Fichtenzapfen der mittlere, durch ein Versehen unbezeichnet gebliebene Teil zwischen r und l, ebenso Tafel XV, Fig. 26, 28, wie der Vergleich mit Fig. 29—31 lehrt. Auf ähnliche Weise erklärt sich, wie ich glaube, auch die Annahme von Willkomm (Abietin. Zapfen, S. 341), dass an der Bildung der Fruchtschuppe noch ein medianes Axengebilde beteiligt sei. Sollte übrigens meine damalige Vermutung oder die von Willkomm auch zutreffend sein, so würde das an unserer Auffassung vom Wesen der Fruchtschuppe nichts Erhebliches ändern

als er sich der von Sachs aus der Entwickelungsgeschichte der Fruchtschuppe hergeleiteten Ansicht anschloss, dass diese als ein, einer Ligula ähnlicher Auswuchs der Deckschuppe zu betrachten sei, eine Ansicht, die jetzt von der Mehrzahl der Botaniker angenommen ist. In der That zeigt sich die Fruchtschuppe zuerst als ein Querwulst am Grunde der Innenseite des Deckblattes und hängt dort mit dieser auch später noch ein wenig zusammen; nach dem Gesetz der Spreitenverkehrung wendet sie ihre Oberseite der Oberseite der Deckschuppe, ihre Rückseite mit den beiden Samen der Zapfenspindel zu; endlich hat diese Auffassung den Vorzug grösserer Einfachheit, der sicher nicht am wenigsten zu ihrer Verbreitung beigetragen hat — und doch ist sie den Bildungsabweichungen gegenüber, die alle diese Thatsachen ebensogut erklären, unhaltbar.

Diese einfach unbeachtet zu lassen, dazu war Eichler doch nicht einseitig genug. Er fühlte, dass er diese so oft und regelmässig sich wiederholenden Erscheinungen mit seiner Auffassung in Einklang bringen müsste und versucht sie daher anders zu erklären.

Zunächst verwarf er den Weg, auf dem wir oben zu unsern Ergebnissen gekommen waren, überhaupt. [1]) Ich hätte, meint er, meine Darstellung mit Verbildungen begonnen, welche schon sehr weit, bis zur nächsten Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Knospen vorgeschritten waren und wäre von da durch Mittelstufen zur normalen Fruchtschuppe zurückgegangen. Ihm schiene es richtiger, den umgekehrten Weg einzuschlagen, da nicht die Knospe, sondern die Fruchtschuppe das ursprünglich Gegebene sei, dessen Veränderungen wir untersuchen sollen.

Dieser Einwand scheint mir nicht begründet. Ursprünglich gegeben ist die Knospe wenigstens ebenso wie die Fruchtschuppe und nicht deren Veränderungen sollen wir aufsuchen, sondern ihre morphologische Bedeutung. Ueber diese ist bei der Knospe und ihren einzelnen Teilen kein Zweifel; bei der Fruchtschuppe aber ist sie streitig, und der Weg, den ich zu ihrer Erklärung eingeschlagen habe, entspricht einfach der Forderung, vom Bekannten auf's Unbekannte zu schliessen und nicht umgekehrt.

Den Grund, der sein Verfahren, von der Fruchtschuppe auszugehen, rechtfertigen könnte, giebt Eichler gar nicht an; erst aus seinen weiteren Erörterungen wird man inne, dass er einen Zusammenhang zwischen Knospen- und Fruchtschuppen überhaupt bestreitet. Damit würde die Frage, um die es sich hier handelt, im Voraus entschieden sein; aber eben deshalb kann eine solche unbewiesene und von vielen Seiten bestrittene Annahme einer Prüfung dieser Frage nicht zu Grunde gelegt werden.

Indes, mag man, von einem fehlerhaft gewählten Punkte ausgehend, leichter vom richtigen Wege abirren, bei sorgfältiger Beachtung aller Umstände muss man auch so zum rechten Ziele kommen und wir folgen daher den wichtigsten Schritten, welche Eichler, von der regelmässigen Fruchtschuppe ausgehend, thut, um die abweichenden Bildungen mit seiner Anschauung in Einklang zu bringen. Dass bei dieser die Fruchtschuppe seicht, dann tiefer dreilappig, öfter dreispaltig wird, leitete er daraus ab, dass die hinter ihr — wir gehen dabei auf seine, dem äusseren Anscheine entsprechende Auffassung der Stellung der Knospe ein — sich mehr und mehr ausbildende Knospe eine Axillarknospe des Deckblatts, durch ihren Druck eine flachere, dann eine tiefere mittlere Längsfurche hervorgebracht, endlich eine von oben nach unten fortschreitende Dreiteilung bewirkt habe. [2]) Wer die letzten der eben von uns beschriebenen Schuppenformen wie (I. 30—32) allein vor sich hat, mag dieser Erklärung leicht beipflichten. Wo aber die Ränder der mittleren Furche weit nach hinten vorspringen, wie (I. 28, 29; 25, 26), sieht man schon keinen rechten Grund dafür, dass sie namentlich unten die Knospe bis hinter die hintere Schuppe umwachsen; ebenso wenig dafür, dass die Fruchtschuppe durch diesen Druck fast nie in zwei, sondern meist in drei Abschnitte gespalten wird, was nach unserer Auffassung alles ganz natürlich erscheint. Wo diese Spaltung, was gar nicht selten geschieht, eintritt, ohne dass von einer Knospe auch nur eine Spur vorhanden ist, nimmt Eichler sogar an, dass von dieser unsichtbaren

[1]) Eichler. Fichtenzapfen. S. 46.

[2]) Eichler. Bth. d. Conif. S. 1033, 1034. — Ders. Fichtenzapfen. S. 47—53. — Ders. Entgegn. S. 79, 84.

Ursache vielleicht doch ein geheimnisvoller Reiz ausgehe! Zu den von mir, [1]) dann von Willkomm. Celakovsky u. a. beobachteten Fällen, die er dabei im Auge gehabt, ist inzwischen noch eine ganze Anzahl besonders schlagender hinzugekommen, indem bei ihnen ausser den zwei, dann zur Fruchtschuppe verwachsenden Schuppen im Winkel des Deckblatts nie auch nur eine Spur weiterer Knospenteile vorhanden ist, die einen Druck auf diese beiden ausüben könnten, und diese gerade hier oft bis an den Grund gespalten, ja selbst in zwei gar nicht mit einander zusammenhängende Teile getrennt sind.

[28] So hat Örsted [2]) an androgynen Blütenständen von Picea nigra (Lindl.) und von Picea alba (Lk.) im Winkel von Zwischenstufen zwischen Staubgefässen und Deckblättern Fruchtschuppen auftreten sehen, die oben nur ausgerandet waren, dann zweilappige, zweispaltige, zuletzt solche, die oft nach hinten umgerollt, nur noch am Grunde ein wenig zusammenhingen, oder ganz von [29] einander getrennt waren, überall ohne die Spur einer Knospe! Und neuerdings hat Dr. v. Keissler [3]) ähnliche Umbildungen bei androgynen Fichtenzapfen aus dem Wiener botanischen Garten beschrieben. An der Grenze zwischen den unteren weiblichen und den oberen männlichen Blütenteilen standen ähnliche Fruchtschuppen, die von oben her nur seicht, etwas kleinere, die bis in die Hälfte, dann noch kleinere, die bis an den Grund gespalten waren: jeder Teil mit einer Ovular-Anlage auf der, der Zapfenspindel zugewendeten Seite.

Alle diese nun schon in grösserer Zahl und von drei verschiedenen Arten bekannt gewordenen Reihen von Umbildungen sind nach demselben Grundplan gebaut und jedem, der sie verfolgt, muss sich nicht nur die Unhaltbarkeit der Eichler'schen Druckhypothese aufdrängen, sondern auch die Frage, wie es denn komme, dass immer und immer wieder die beiden Seiten der Fruchtschuppe sich von einander zu trennen und auseinander zu weichen streben, wie wir dies am einfachsten bei der Lärche und einzelnen Zapfen der Fichte finden, während bei dieser die beiden Stücke meist noch durch ein Mittelstück verbunden sind, in dem wir die vordere Knospenschuppe erblicken.

[30] An ähnlichen, unten männlichen, oben weiblichen Zapfen von Pinus Thunbergii (P. Massoniana Lamb.) hat Weiss [4]) die merkwürdige Beobachtung gemacht, dass im Winkel eines der obersten Staubgefässe ein zweites Staubgefäss stand, das in weiteren Uebergangsstufen durch ein rudimentäres Staubgefäss und zuletzt durch eine Eichen tragende Schuppe ersetzt wurde. In anderen Fällen trat an die Stelle des unteren Staubgefässes, während das obere unverändert blieb, ein Deckblatt.

Die letzte Reihe ist die von Deckschuppen, die durch Ausbildung von Staubfächern in Staubgefässe übergehen, wie bei Picea nigra und P. alba, wie oben angeführt worden ist, von Örsted, bei Picea excelsa wiederholt von mir gefunden, beschrieben und abgebildet worden sind [5]); nur trugen diese nicht wieder Staubgefässe, sondern kleine Fruchtschuppen in ihren Winkeln. Die erste Reihe dagegen stellt das Auftreten von Staubfächern an Fruchtschuppen dar: eine bisher nur hier beobachtete Anomalie. Indes ist sie noch nicht so auffallend, wie die einmal beobachtete Entwickelung von Pollen in Eichen und lässt sich wohl dem ebenso ungewöhnlichen Vorkommen von Ovular-Anlagen an, Staubbeutel tragenden Deckblättern in Vergleich stellen [6]). Für die Deutung der Fruchtschuppe

[1]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. Taf. I. (XII), Fig. 41, 42; Taf. IV (XV), Fig. 32—36.

[2]) Örsted. Gymnosperm. p. 106-108., Taf. I, Fig. 5—8, 10—15: Picea nigra; Fig. 22—25: Picea alba.

[3]) Keissler. Androg. Fichtenz. — In der Deutung dieser Umbildungen kann ich dem Verf. freilich nicht beistimmen. Wie man die fortschreitende Spaltung, das Verkümmern und endliche Schwinden der Fruchtschuppe als Uebergang in das von Anfang bis zuletzt fast unverändert vor ihr stehende Deckblatt ansehen kann, ist mir ganz unverständlich. Es ist doch nicht anders, als wenn etwa ein mit einem Blumenblatt am Grunde verwachsenes Staubgefäss mehr und mehr verkümmerte und endlich fehlschlüge. Wer möchte wohl darin einen Uebergang des Staubgefässes in ein Blumenblatt sehen?

[4]) Weiss. Androg. cones. p. 854.

[5]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 296; Taf. I. (XII). Fig. 24—28.

[6]) Mohl. Conif. S. 54; Taf. I, Fig. 3—9, o.

kommt sie in sofern in Betracht, als das Auftreten nur eines Staubbeutels in der Mediane der Fruchtschuppenanlage darauf hindeuten würde, dass diese ein einheitliches Blattgebilde wäre, während das von zwei Staubbeuteln oder auch zwei getrennten Staubfächern seitlich der Mitte auf ihre Zusammensetzung aus zwei Blättern sprechen würde. Das müsste erst noch durch eine genaue Untersuchung festgestellt werden. Aber auch wenn sich dabei das Erstere herausstellen sollte, würden wir einem so vereinzelten Vorkommen keine Beweiskraft zugestehen können, gegenüber den zahlreichen sicheren Beobachtungen des Uebergangs der Fruchtschuppe in 2 Knospenschuppen; wir würden erst zusehen, ob sich diese sonderbare Bildung nicht auch anders erklären liesse.

Nach der von Alexander Braun begründeten Auffassung der Fruchtschuppe der Abietineen erscheinen alle bisher behandelten Umgestaltungen derselben als natürliche, ja als notwendige Zwischenglieder zwischen ihr und den äusseren Knospenschuppen; aber hier tritt uns noch eine, die einzige wirklich erhebliche Schwierigkeit entgegen, dass nämlich, wie schon oben erwähnt, bei der Fichte auch in dem mittleren Abschnitt der dreigliedrigen Uebergangsform der Fruchtschuppe die Gefässbündel ihren Bastteil nicht dem Deckblatte, sondern der Zapfenspindel zuwenden. Bei den seitlichen Abschnitten war die ähnliche Orientirung nach der von uns stufenweise verfolgten Drehung ihrer ursprünglichen Vorderränder nach aussen nicht anders zu erwarten; nicht so bei dem mittleren, den wir als die vordere Knospenschuppe betrachten. Indes auch deren in der That sehr auffallendes Verhalten ist uns durch die Ausführungen Celakovsky's verständlich geworden. Dieser hat in seinen zwei Abhandlungen: Zur Kritik der Ansichten von der Fruchtschuppe der Abietineen [1]) und seiner Antwort auf Eichlers Entgegnung gegen diese Schrift [2]) deren rein sachliche und gemässigte Darstellung wohlthuend von der hochfahrenden Heftigkeit Eichler's absticht, die, wie das oft geschieht, die Schwäche seiner Gründe verdecken muss [3]), den Gegenstand nach allen Richtungen beleuchtet, und dabei auch nachgewiesen, dass die Verkehrung der beiden Seiten der vorderen Schuppe auf einer Drehung derselben um ihre Mittellinie um 180° beruht. In der That erscheint diese Schuppe, ähnlich wie bei durchwachsenen Lärchenzapfen (I. 2, 4) auch bei der Fichte in den Knospen, welche die ersten Anfänge zur Umbildung in Fruchtschuppen zeigen, aufrecht, flach an beiden Seiten frei (I. 17, v) [4]). Hier ist über ihre Deutung kein Zweifel. Meist aber ist sie röhrenförmig, eingerollt, trichterförmig (I. 19, v) oder, ein besonders lehrreicher Fall, zusammengefaltet (I. 18, v). Hier ist die breitere linke Hälfte nach rechts und aussen umgeschlagen, so dass die inneren Schuppen, eine von ihnen mit einer nadelförmigen Abspaltung, sichtbar werden. Sie kehrt ihre Innenseite nach aussen und vorn und es brauchte nur die andere schmalere Hälfte ihr zu folgen und sich nach links aussen zu drehen, oder auch nur zu schwinden, so hätten wir eine um 180° gedrehte und vollständig umgekehrte Schuppe vor uns, ihre ursprüngliche Innenseite nach aussen, die äussere nach innen gewendet. Verwachsen dann bei fortschreitender Umbildung ihre Ränder beiderseits mit den Innenflächen der nach aussen umgeschlagenen seitlichen Knospenschuppe, so stellt das Ganze eine, von aussen gesehen oft scheinbar einfache Platte dar, mit einer Lage von Gefässbündeln, die alle ihre Bastseite der Zapfenspindel zuwenden: „Die Fruchtschuppe".

Die auf den ersten Blick unstreitig sehr befremdende Annahme einer solchen Umdrehung der vorderen Knospenschuppe ist also keine willkürliche, sondern auf eine Reihe von Beobachtungen gestützt, die auf andere Weise schwer erklärlich sein würden. Glaubhafter noch wird sie durch die Betrachtung, dass die blütenbildenden Kräfte, durch die ihre ganze Beschaffenheit der, der beiden äusseren Abschnitte ähnlich gemacht worden ist, auch diese stark um ihre Axe drehen. Da ist es

[1]) Celakovsky. Kritik, S. 12—15.

[2]) Ders. Eichler's Entgegn. S. 360

[3]) Eichler. Entgegn. S. 75—92

[4]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 303, Taf. I (XII), Fig. 33; S. 310. Taf. III (XIV), Fig. 25. — Celakovsky. Kritik, S. 12, Fig. 13a.

wohl erklärbar, dass diese Kräfte auch darin auf die vordere Schuppe hinüber greifen, dass sie sie ebenfalls um ihre Axe drehen, bis ihre Gefässbündel denen der äusseren Abschnitte gleich orientirt sind. Sehen wir doch auch in Orchideenblüten die paarigen Kronblätter wenn sie Staubbeutelfächer an sich ausbilden, sich aufrichten und, je weiter diese Umbildung vorschreitet, der Griffelsäule anwachsen, wie das eigentliche Staubgefäss.

Wer diese Auffassung als die naturgemässe anerkennt, für den fällt nun jedes Bedenken fort anzuerkennen, dass wie bei der Lärche so auch bei der Fichte die „Knospe“ nicht hinter der „Fruchtschuppe“ steht, sondern, da die vordere Schuppe selbst zu ihr gehört, entweder vor oder höchstens zwischen den zwei seitlichen Abschnitten, wie wir das oben [21]—[23] ohne Rücksicht auf den anatomischen Befund auf Grund der morphologischen Verhältnisse gefunden hatten.

Ebenso können wir nun unbedenklich die dort begründete Behauptung wiederholen, dass die Fruchtschuppe der Abietineen durch eine lückenlose Reihe von Zwischenstufen in die beiden äussersten seitlichen Schuppen einer Zweigknospe übergehe, aus deren Umwandlung sie einst entstanden sein muss. Wir waren dort von der letzteren ausgegangen, aber auch Eichler hätte, als er die Fruchtschuppe zum Ausgangspunkt nahm, zu demselben Ergebnis kommen müssen, wenn er deren Veränderungen wirklich bis zur Zweigknospe verfolgt hätte. Er erwähnt wohl die, wie er sagt, bis zur nächsten Aehnlichkeit mit gewöhnlichen Knospen vorgeschrittenen Verbildungen [1]), da wo er sich missbilligend darüber ausspricht, dass ich mit diesen meine Darstellung begonnen, lässt sie aber bei seinen weiteren Ausführungen fast ganz unbeachtet.

Grade diese aber sind es, die den Zusammenhang zwischen der Fruchtschuppe und den zwei seitlichen äusseren Knospenschuppen überzeugend herstellen. Diese geben sich in Stellung, Grösse, Gestalt, gewimperten Rande vollständig als die ersten Vorblätter der Knospe zu erkennen, während sie andrerseits von den innern Knospenteilen schon etwas abgebogen, halb aufgerichtet, in Derbheit und roter Farbe den noch mehr fruchtschuppenartigen seitlichen Vorblättern der folgenden Mittelbildungen so nahe stehen, dass über ihre Wesensgleichheit kein Zweifel bleiben kann. An eine Ableitung dieser Vorblätter aus einer Fruchtschuppe durch Druck oder Reizwirkung wird wohl im Ernst niemand denken.

Wollte man es trotz allem dem annehmen, wie grenzenlos unwahrscheinlich ist es, dass dann diesen Knospen die beiden äusseren seitlichen Vorblätter fehlten, während sie an der nahe darüberstehenden, plötzlich wieder da wären, in allen Stücken von denen der letzten Knospe nur unerheblich verschieden. Obgleich ich auf diesen Umstand bereits bei Besprechung von Parlatore's Ausführungen über die Bildungsabweichungen bei Pinus (Tsuga) Brunoniana hingewiesen habe [2]) hat Eichler [3]) doch diese Annahme für die Fichte wieder aufgenommen und dadurch zu erklären gesucht, dass er einigemale bei mangelnder oder sehr schwacher Kielbildung an der Innenfläche der sich umbildenden Fruchtschuppe die beiden ersten Blätter der „Knospe“ rechts und links gefunden habe. Wie wenig überzeugend ein solches äusserst seltenes, ja ganz vereinzelt dastehendes Vorkommen hier an sich schon ist, vielmehr noch bei der engen Beziehung der letzten abweichenden zu den nahen regelmässigen Knospen mit seitlichen ersten Vorblättern, die er auch hierbei ganz unbeachtet lässt, liegt auf der Hand.

Wo möglich noch unwahrscheinlicher ist es, dass die entstehende Knospe schon vor Anlage ihrer ersten Blätter rechts und links von den sich vorbeidrängenden Kielen der Fruchtschuppe umfasst werde und für die Blattbildung zunächst nur auf der Hinterseite Raum bleibe [4]). Treffend hat Celakovsky [5]) was auch Eichler dagegen einzuwenden haben mochte, bemerkt, dass ein blosser Vegetationspunkt den

[1]) Eichler. Fichtenzapf. S. 46.
[2]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 327.
[3]) Eichler. Fichtenz. S. 55. — Dess Entgegnung, S. 87.
[4]) Eichler. Fichtenzapf. S. 55.
[5]) Celakovsky. Kritik, S. 29

Druck nicht ausüben könnte, um die Bildung der Kiele zu bewirken, die um die „Knospe“ herumwachsend, die Anlage schon ihrer ersten Blätter verhindert hätten. Wenn wenigstens irgend eine Beobachtung diese Annahme unterstützte! Wenn die Lappen der Fruchtschuppe, die den ersten Blättern der Knospe keinen Raum lassen sollen, sich an diese besonders herandrängten! Gerade umgekehrt! Selbst die noch ganz den Knospenschuppen ähnlichen richten sich auf, biegen sich von den innern Schuppen weg und drehen sich dann mit den Vorderrändern ganz nach aussen. Da hätte man viel mehr Grund anzunehmen, dass die dicht zusammengedrängten äusseren Schuppen der regelmässigen Knospen den innern den Platz wegnähmen. Oder wenn auch nur einige seitliche Knospenschuppen gefunden worden wären, die, durch die angeblichen Lappen der Fruchtschuppe bedrängt, geknickt worden oder sonst verkümmert wären, wie man das bei Blättern findet, die zwischen eng aneinander schliessenden Scheiden oder sonst bedrängt in die Höhe wachsen wollen. Nichts von allem dem. Der einzige Grund für diese ganz willkürliche Annahme ist der Wunsch ihres Urhebers, seiner vorgefassten Meinung entgegenstehende Thatsachen aus dem Wege zu räumen.

Dieselben Erwägungen stehen der Anwendung von Delpino's Theorie der Fruchtschuppe der Coniferen auf die Bildungsabweichungen entgegen. Nach ihr sollten die seitlichen Abschnitte des Deckblatts, die Plazentarlappen, eine transversale Insertion der beiden ersten Niederblätter seiner Achselknospe nicht zulassen. [1]) Dabei ist das Fehlen der vorderen Knospenschuppe, die doch dem zweiten Wirtel von aussen angehört, noch weniger verständlich, als bei Eichler's Annahme. Wie könnten endlich die beiden Hälften der Fruchtschuppe, wenn diese nach Sachs und Eichler ein ligularer Anhang des Deckblatts oder nach Delpino und Penzig seitliche Abschnitte desselben wären, in beiden Fällen aber Anhangsgebilden der Zapfenspindel angehörten, bei den Mittelbildungen zu selbständigen Blättern an der Axe einer im Winkel des Deckblatts stehenden Knospe werden? Das ist nur möglich, wenn sie dieser von vornherein angehören.

Alle diese Verhältnisse treten grade an den der Zweigknospe sehr nahe stehenden Umbildungen besonders klar hervor; sie erst zeigen uns überzeugend den wirklichen Zusammenhang zwischen ihnen und der Fruchtschuppe. Erst als ich eine solche Knospe an einem Zapfen vom Glatzer Schneeberge gefunden hatte, [2]) traute ich mich, meine an vielen andern bereits gemachten Beobachtungen zu veröffentlichen und es ist einer der Hauptmängel in den Ausführungen Eichler's, dass er gerade diese, ihm allerdings sehr unwillkommenen Stufen, so gut wie ganz unbeachtet gelassen hat. So urteilt auch Engelmann [3]) in seiner Besprechung von Eichler's Aufsatz über die weiblichen Blüten der Coniferen.

Zum Teil erklärt sich das daraus, dass er bei der Orientierung der Gefässbündel im mittleren Teil der sich umbildenden Fruchtschuppe der Fichte eine Deutung desselben als vordere Knospenschuppe für ausgeschlossen hielt und daher die vorhandenen Thatsachen um jeden Preis mit seiner Auffassung in Einklang zu bringen suchte; zum Teil aber vielleicht auch daraus, dass er die ersten Umbildungsstufen der Zweigknospe nicht selbst gesehen hat. Als ich ihn darauf aufmerksam gemacht hatte, dass seine Angabe, es hätte ihm alles Material, das ich zu meinen Untersuchungen durch viele Jahre hindurch angesammelt hatte, zu Gebote gestanden [4]) nicht ganz zuträfe, indem ich die eben in Rede stehenden Knospen, behufs Untersuchung ihres Innern zerstört hätte, glaubte er wohl dem dadurch Rechnung zu tragen, dass er später bemerkte „mit Ausschluss natürlich desjenigen, welches von diesen Autoren bei ihren Untersuchungen aufgebraucht war.“ [5]) Das war allerdings so natürlich, dass es dieser Anmerkung kaum bedurft hätte. Nicht so natürlich aber war es, dass dies gerade die nach

[1]) Penzig. Pfl. terat. II. 489.
[2]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 303, Taf. I. (XII), Fig 30—37.
[3]) Engelmann. Flowers of Conif. I. S. 421.
[4]) Eichler. Fichtenzapfen. S. 45.
[5]) Dess. Entgegnung. S. 78, Anm.

meiner Ansicht beweisendsten Stücke waren und darüber liess er die Leser seiner Abhandlungen in einem für die Beurteilung seiner Ausführungen keineswegs gleichgültigen Irrtum. Das hat sich auch bald gezeigt. Im letzten Abschnitt seiner Besprechung der Morphologie von Sciadopitys spricht sich Masters [1]) eingehend über seine, mit der Eichler's übereinstimmende Auffassung der Samenschuppe der Abietineen aus. Er führt für dieselbe eine Anzahl von dessen Gründen an, als den letzten die Abwesenheit irgend einer Zwischenbildung zwischen der Samen-Schuppe und der abnormalen Bildung (das heisst der Zweigknospe). Daraus geht klar hervor, dass er es nicht für nötig gehalten hat, auch nur von einer der Untersuchungen Kenntnis zu nehmen, die auf Grund vollständigerer Beobachtungsreihen zu einem von Eichler's Ansicht abweichenden Ergebnis gekommen sind: weder von meiner Abhandlung über durchwachsene Fichtenzapfen, durch welche die ganze Frage erst wieder angeregt worden ist, und die sich gerade auf solche ganz unzweifelhafte Zwischenformen stützt; noch von den, diese nicht weniger bestimmt betonenden, wiederholten Darlegungen Celakovsky's oder von den gewichtigen, selbst Eichler höchst unbequemen, Beobachtungen Engelmann's. Man sieht, auch heute noch hat der vortreffliche Rat des Mephistopheles seine Geltung: „Am besten ist's auch hier, wenn Ihr nur einen hört, und auf des Meisters Worte schwört." Wenn aber ein Mann wie Masters so einseitig verfährt, so thut man einmal einen Blick in die Art, wie in der Botanik herrschende Ansichten zu Stande kommen. Aber mag nun Eichler diese ersten Stufen gesehen haben oder nicht, so ist es nicht zu entschuldigen, dass er die genauen, von mir und später von Celakovsky, von ihnen gegebenen Beschreibungen und Abbildungen einfach mit Stillschweigen übergeht. Wird an ihrer Bedeutung dadurch auch nichts geändert, so ist diese mit unserer fortschreitenden politischen Bildung auch in die Kreise der Wissenschaft mehr als bisher eindringende Methode des Todschweigens der unparteiischen Prüfung der Frage schon hier und da hinderlich gewesen. Immerhin, so lange kein besserer Weg gefunden ist, uns zu zeigen, wie diese Bildungsabweichungen mit der Sachs'schen Auffassung der weiblichen Blüte der Abietineen vereinbar sind, können wir nicht anders, als an der ersten, von Alexander Braun aufgestellten festhalten.

Denn hier dürfen wir uns auf den von Wigand, einem der entschiedensten Verfechter der allein entscheidenden Entwickelungsgeschichte, ausgesprochenen Satz berufen: [2]) wenn zwei verschiedene Formen in der Weise durch eine Reihe von Uebergängen vermittelt werden, dass in der letzteren nirgends eine Stufe erscheint, in welcher ein wesentliches Stück der einen Form verschwindet, oder ein wesentliches Stück der andern Form plötzlich auftritt, kurz eine wahrhafte Vermittlung stattfindet, so ist die Annahme der Identität jener verschiedenen Formen, eine Unterordnung derselben unter einen gemeinschaftlichen Begriff nach den Grundsätzen der Naturforschung vollkommen gerechtfertigt, und damit ein Mittel geboten, aus der bekannten Natur des einen Organs auf die Bedeutung des andern unbekannten zu schliessen. Nur müssen sich dabei zwei morphologisch bestimmte oder bestimmbare Organe gegenüberstehen — wie es hier mit Fruchtschuppe und Knospenschuppen der Fall ist.

Fügen wir hinzu, dass dem auch die Entwickelung der Fruchtschuppe nicht widerspricht, wenn wir von dieser nicht erwarten, dass sie uns die von der Zweigknospe an durchlaufenen Stufen zeige, sondern dass schon bei ihrer ersten Anlage, die endlich erlangte letzte dieser Stufen durch Vererbung längst fest steht und sich nur noch auszugestalten hat. Denken wir uns demnach, es bildete sich von einer Knospe im Winkel eines Deckblatts nichts aus, als ihre beiden ersten, seitlichen Vorblätter, schon bei ihrer ersten Anlage so gedreht, dass sie ihre Rückseiten der Zapfenspindel zuwendeten und mit den dort an einanderstossenden Rändern verschmölzen; verwüchse dann die so entstandene Platte am Grunde ein wenig mit dem Deckblatt, ein Vorgang, wie er ähnlich auch anderwärts oft stattfindet, so müsste

[1]) Masters. Sciadopitys, p. 105.
[2]) Wigand. Grundleg. S. 24.

sie zuerst nahe über dem Grunde auf der oberen Fläche des Deckblatts als ein breiter Wall erscheinen, der später zu dem vergleichsweise mächtigen verholzenden Kamm der Fruchtschuppe auswächst. Auf dessen der Zapfenspindel zugewendeten hinteren Fläche würde rechts und links unten die Anlage je eines Eichens hervortreten. Der Umstand, dass erst nach dieser Anlage und hinter ihr das Heraufwachsen des Kammes recht eigentlich beginnt, lässt sich eben so wenig aus der Annahme, dass sie ein Ligulargebilde ist, herleiten, wie aus der, dass sie aus zwei verwachsenen selbständigen Blättern einer Axillarknospe besteht; er fällt also weder für die eine dieser Annahmen, noch für die andere in's Gewicht.

So, wie wir den Vorgang erwarten durften, zeigt ihn uns also die Entwickelungsgeschichte in der That. Sie führt uns nicht auf die aus den Bildungsabweichungen abgeleitete Deutung hin, aber sie ist mit ihr nicht unvereinbar.

Ja, wenn wir Wigand [1]) auch darin beistimmen müssen, dass die Entwickelungsgeschichte einer Bildungsabweichung streng genommen nicht ermittelt werden kann, so stellen doch zusammenhängende Reihen von Zwischenstufen, wie die zwischen Fruchtschuppe und Knospenschuppen etwas Aehnliches dar. Wird doch auch bei der regelmässigen Entwickelungsgeschichte die fortschreitende Ausbildung eines Organs nicht vom ersten Anfang an in einer und derselben sich immer weiter entwickelnden Anlage beobachtet — so wird beim Blosslegen eines in seinen Anfängen befindlichen Blütenteils dieser mit der Blüte getötet — sondern man sucht die Veränderungen auf, die das gleiche Organ in weiter und weiter vorgeschrittenen Knospen zeigt und nimmt an, dass die zuerst beobachtete Anlage dieselben Veränderungen erfahren haben würde, wenn sie sich ungestört hätte weiter bilden können.

Etwas Aehnliches bietet sich uns in den zusammenhängenden Reihen von Mittelbildungen zwischen Fruchtschuppe und Knospenschuppe dar, nur dass wir hier nicht die Wirkung einer rein ausbildenden, etwa der blütenbildenden Kraft von der ersten Anlage bis zur Vollendung eines und desselben Organs verfolgen, sondern eine umbildende Kraft, die statt eines Organs ein ihm seiner eigentlichen Natur nach gleiches, von ihm aber in dieser und jener Beziehung verschiedenes hervorzubringen strebt. Gehen wir von der Zweigknospe aus, so sehen wir deren zwei äussere Schuppen durch die blütenbildende Kraft sich aufrichten, in der oben ausgeführten Art in eine Ebene stellen und seitlich verwachsen bis zur ungeteilten Fruchtschuppe. Unstreitig strebte jede dieser Stufen dieses Ziel zu erreichen und würde es auch erreicht haben, wenn hier nicht der Eingriff eines Beobachters, sondern die immer noch wirksame, Zweigknospen bildende Kraft diesem Streben eine Grenze gesetzt hätte, eine Kraft, die, anfangs vorwiegend, erst in den weiter folgenden Stufen von der blütenbildenden Kraft mehr und mehr zurückgedrängt wird.

Gehen wir umgekehrt von der Fruchtschuppe aus, so sehen wir diese durch die Kraft, die sie in die zwei äusseren Schuppen einer Zweigknospe zurückzuführen sucht, sich spalten, teilen und endlich in zwei Blättchen seitlich auseinander treten, wie dies, ausser bei durchwachsenen Zapfen von Larix und Picea excelsa, Lk. an den von Örsted [2]) und von Keissler [3]) in androgynen Blütenständen gefundenen Zwischenstufen besonders klar hervortritt, da hier gar keine anderen Knospenteile zur Ausbildung kommen.

Während wir, um die regelmässige Entwickelung zu verfolgen, immer neue Knospen öffnen müssen, werden uns hier die in ihrer Umbildung gehemmten Stufen in aufeinander folgenden Zwischenstufen von der Natur selbst zur Vergleichung offen dargeboten. Aus allem was wir ausgeführt haben, scheint mir mit Gewissheit hervorzugehen, dass alle bisher beobachteten Bildungsabweichungen der Fruchtschuppe der Abietineen mit der älteren Auffassung derselben durch Al. Braun in

[1]) Wigand. Grundleg. S. 10.
[2]) Örsted. Gymnosp. Siehe oben [28].
[3]) Keissler. Androg. Fichtenz. Siehe oben [29].

Uebereinstimmung sind und uns durch sie verständlich gemacht werden, während sie sich mit keiner, der sonst für sie geltend gemachten Deutungen in Einklang bringen lassen: weder mit der Sachs-Eichlerschen Deutung der Fruchtschuppe als eines plazentaren Auswuchses des Deckblatts und der ihr nahe stehenden Delpino's als Verschmelzung zweier seitlicher Abschnitte desselben; noch auch mit der Annahme Schleiden's, dass sie ein abgeflachter Axillarspross des Deckblatts, oder Strasburgers, dass sie ein Diskus sei; denn daran halten wir fest, dass sich niemals ein Blatt in eine Axe verwandelt oder umgekehrt.

Indes es sind Bildungsabweichungen, auf die wir uns dabei stützen; und nicht aus jeder vereinzelten Abnormität können wir gültige Schlüsse auf die Natur der veränderten Organe ableiten.

Die von Al. Braun auf einen Lärchenzapfen gebauten Schlussfolgerungen beweisen wohl, dass ein begabter Beobachter aus wenigen Thatsachen das wahre Wesen eines Organs zu erkennen vermag. Solche Schlüsse sind jedoch, namentlich wo andere Erwägungen ihnen entgegentreten, nicht für jeden überzeugend. Allein wir sind längst nicht mehr auf vereinzelte Fälle beschränkt.

Von Larix decidua Miller ist, wenn wir von den wenigen Caspary'schen Zapfen absehen, deren Deutung noch nicht sicher gestellt ist, einer von Örsted, [1]) einer von mir, eine grössere Zahl aber von Velenovsky [2]) und zuletzt von Noll [3]) gefunden worden.

Von Picea excelsa Lk. hat zuerst Örsted [4]) mehrere besonders lehrreiche Zapfen von einer Fichtenhecke in Upsala beschrieben, die alle Jahre solche in Menge trägt. Ich selbst hatte schon vor zwanzig Jahren über sechzig aus dem Riesengebirge und der Grafschaft Glatz untersucht. Zu diesen sind seitdem noch zahlreiche namentlich aus den Wipfeln hoher vom Winde umgebrochener Fichten vom Csorba-See in der Tatra, nicht sehr tief unter der oberen Baumgrenze, einer von einer niedrigen Fichte unter dem grossen Meerauge — jetzt Fischsee — an der Nordseite dieses Gebirges, wie aus verschiedenen Gegenden der Sudeten gekommen, so dass ich gegen hundert habe vergleichen können. Ausser den Willkomm'schen [5]) treten hierzu die in ihrer Art auch lehrreichen Fruchtschuppen-Anlagen, die Keissler [6]) von androgynen Fichtenzapfen im Wiener botanischen Garten beschrieben hat.

Ihnen ähnlich sind die von Örsted [7]) ebenfalls an der Grenze zwischen Staubgefässen und Fruchtschuppen gefundenen Umbildungen der letzteren in zahlreichen gemischten Blütenständen von Picea nigra Lindl. und Picea alba Lk.

Mit den von uns an durchwachsenen Fichtenzapfen beschriebenen Mittelbildungen stimmten dagegen die von Parlatore [8]) an neun durchwachsenen Zapfen der Tsuga (Abies) Brunoniana Wall. beobachteten überein, nur dass hier oft durch fruchtschuppenähnliche Ausbildung nicht nur der vorderen, sondern auch der hinteren Knospenschuppe, deren innere Blätter von allen Seiten eingeschlossen, ein noch fremdartigeres Aussehen gewinnen, als bei der Fichte.

Ganz wie bei dieser gebaut und besonders überzeugend sind nach Engelmann [9]) die von ihm am Grunde der Zapfen von Tsuga canadensis (L.) entdeckten Uebergangsstufen.

[1]) Örsted. Bidrag. p. 12, Fig. 1, a—e. [9].
[2]) Velenovsky. Abiet. S. 516—521; siehe oben [10].
[3]) Noll. Abietin. Zapf. siehe [12].
[4]) Örsted. Bidrag. p. 8—12; siehe oben [20].
[5]) Willkomm. Abietin. Zapf. S. 333.
[6]) Keissler. Androg. Fichtenz. S. 40
[7]) Örsted. Gymnosp. p. 39
[8]) Parlatore. Abies Brunon. p. 215. pl. 13. A.; dess. Studi organogr. p. 16. (Tab. II, Fig. 36—44 aus dem vorigen Aufsatz wiederholt). — Strasburger. Conif. S. 162, 165—169. Taf. VI, Fig. 33 (nach Parlatore); 34—45 — dess. Angiosp. u. Gymnosp S. 128 f.; Taf. XV, Fig. 9—29. — Stenzel Durchw. Fichtenz. S. 327.
[9]) Engelmann. Flowers of Coniferae I. p. 421.

Derselbe [1]) schliesst aus Beobachtungen an einem durchwachsenen Zapfen von Sequoia gigantea Endl., dass auch bei dieser Art und folglich in der ganzen Tribus (wohl der Cunninghamieae R. Br.) die Fruchtschuppe in so fern der der Abietineen homolog ist, als auch sie aus Blättern einer Axillarknospe besteht. Aber auch wenn wir dies, da hier jedes Mal mehr als zwei Blätter zusammentreten, für unsere Betrachtung ausser Acht lassen wollen, so ist doch die Zahl der allein bei Abietineen beobachteten Fälle eine ganz beträchtliche.

Freilich zeigt weitaus nicht jeder derselben eine so vollständige Reihe von Uebergangsstufen, wie viele Lärchenzapfen, wie mehrere der Örsted'schen Fichtenzapfen von Upsala, der Keissler'schen androgynen Blütenstände der Fichte und derer von Picea nigra und Picea alba von Örsted. Namentlich an durchwachsenen Fichtenzapfen finden sich oft nur zwei oder drei Stufen, meist der Fruchtschuppe näher stehend, selten der Zweigknospe. Aber überall sind die, welche zunächst auf die Fruchtschuppe folgen, dieser ähnlicher, die weiter nach der Zweigknospe hinstehenden dieser letzteren. Sie dienen also immerhin zur Unterstützung der aus vollständigeren Reihen abgeleiteten Schlüsse.

Dazu kommt nun noch, dass dieselben bei drei verschiedenen Gattungen: einer Larix, drei Arten von Abies und zweien von Tsuga gefunden worden sind, in Schweden, Dänemark, Deutschland, Ungarn und Italien, einige in Amerika; dass sie endlich zwar meist an Nadelzweigen auftreten, welche die Zapfenspindel fortsetzen, auch wohl vereinzelt an gewöhnlichen Zweigen, zuweilen aber auch unterhalb des eigentlichen Zapfens und in androgynen Blütenständen an der Grenze zwischen Staubgefässen und Fruchtschuppen tragenden Deckblättern; dass sie nach diesem Ort ihres Auftretens wie nach der Baumart mannigfach abgeändert und doch überall nach demselben Grundplan gebaut sind. So drängt sich uns die Ueberzeugung auf, dass diese Umgestaltungen nicht auf einer örtlichen oder gelegentlichen Ursache beruhen, sondern durch eine, in der Natur der Pflanzen liegende Kraft hervorgerufen werden, die nur zuweilen durch irgend welche ungewöhnlichen Umstände zur Thätigkeit angeregt wird. Hier haben wir eine so grosse Zahl und eine solche Mannigfaltigkeit von Beobachtungen vor uns, dass wir berechtigt sind, aus ihnen, wenn nicht ein Gesetz, doch sicher eine Regel abzuleiten, mit welcher unfehlbaren Sicherheit auch Sachs [2]) behaupten mag, dass die Missbildungen jeder morphologischen Regel oder Gesetzmässigkeit spotten; eine Regel, auf die wir den Schluss, dass die zuerst von Al. Braun gegebene Erklärung der eigentlichen Natur der Fruchtschuppe der Abietineen die richtige ist, mit Zuversicht gründen können.

Damit haben wir einen festen Punkt gefunden, von dem aus wir bei Beurteilung des Wertes der Bildungsabweichungen für die Entscheidung morphologischer Fragen ausgehen können.

Goebel [3]) hat zwar eingewendet, dass die morphologischen Fragen, in denen uns die Teratologie auch nur Fingerzeige für ihre richtige Auffassung geben könnte, relativ selten und nicht von hervorragender Bedeutung seien. Die Zahl dieser Fälle, die nicht so klein ist, als man nach Goebels Ausspruch meinen könnte, entscheidet für die Würdigung des grundsätzlichen Wertes der Bildungsabweichungen, auf den es uns hier ankommt, nichts, und was deren Bedeutung angeht, so ist jedenfalls für das von uns zu Grunde gelegte Beispiel Eichler, dessen Urteil hier wohl etwas wiegt, darüber anderer Meinung. Denn er schliesst seine Besprechung der ersten Beobachtungen über die Umbildung der Fruchtschuppe an durchwachsenen Fichtenzapfen [4]) damit, dass wenn sich diese Untersuchungen nicht objectiv widerlegen lassen, von ihnen ein neuer Abschnitt in der Morphologie der Nadelhölzer anhebt.

Dadurch unbeirrt können wir also aussprechen, dass die Bildungsabweichungen uns nicht

---

[1]) Engelmann, Flowers of Coniferae, II. p. 234.
[2]) Sachs. Physiol. Not. VII. S. 233.
[3]) Goebel. Entw. gesch. S. 124.
[4]) Eichler. Stenzel. Fichtenz S. 399.

nur Fingerzeige, sondern zuverlässige Mittel zur Lösung morphologischer Fragen an die Hand geben können.

Es ist nicht nur, wie Wigand [1]) treffend ausführt, von ihnen über wichtige Fragen Licht zu erwarten, indem sie in einer Menge von Bildungen, die oberflächlich angesehaut durchaus verschieden sind, eine einzige Grundlage wiedererkennen, gewöhnlich unentwickelte Teile deutlich hervortreten lassen, ja Bildungen verwirklichen, die nur potentiâ vorhanden sind und deshalb nicht durch direkte Beobachtung nachgewiesen werden können, sondern auf deren potentiâ — Vorhandensein nur durch Analogie aus dem ganzen Bau der Pflanze geschlossen werden kann, sondern sie sind auch, was Wigand bestreitet, geeignet, die Wissenschaft mit neuen Wahrheiten (neue Thatsachen, wie Wigand sich ausdrückt, können doch nur durch die Beobachtung selbst gewonnen werden) zu bereichern, haben also einen objektiven Wert, nicht nur, wie er meint, einen subjektiven, indem sie dem Einzelnen das, was er anders woher weiss, in groben Zügen anschaulich machen. Dieses „anders woher" ist für ihn, ganz im Sinne Schleiden's die Entwickelungsgeschichte, die bei den Bildungsabweichungen nicht beobachtet werden könne, und doch stets das entgültig Entscheidende sei. [2])

Dass die Kenntnis der Pflanze in allen ihren Teilen von der ersten Anlage bis zu ihrem Tode eine Aufgabe der wissenschaftlichen Botanik ist, erscheint selbstverständlich; sie schliesst die Entwickelungsgeschichte ein. Dass diese aber die allein entscheidende Erkenntnisquelle für die Beurteilung ihrer Gestaltungsverhältnisse sei, ist ein willkürlich aufgestelltes Axiom, dessen einseitige Geltendmachung seit Schleiden schon so viele Irrtümer hervorgerufen hat.

Dass die von diesem selbst ausgeführten entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen sich fast alle als verfehlt erwiesen haben, spricht Goebel selbst aus [3]); ebenso dass der wichtige Satz, zu dem Payer auf demselben Wege gelangt ist, dass es in jedem Stempel einen axilen Teil giebt, der die Ovula trägt und einen appendikulären Teil, in dieser Allgemeinheit leicht zu widerlegen ist [4]); ja Wilhelm Hofmeister, den wir als den Grossmeister der Entwickelungsgeschichte und zugleich als genialen Morphologen bezeichnen dürfen, hat auf Grund einer, bis auf die ersten Zellen zurückgehenden Untersuchung, die Blätter der Farne für Zweige, ihre Spreuschuppen für Blätter erklärt [5]), und es als unzweifelhaft bezeichnet, dass bei der unendlichen Mehrzahl der beblätterten Pflanzen eine Berindung des Stengels von der Basis der jüngsten Blätter erfolge [6]), eine Auffassung, die mehr oder weniger abgeändert später von andern aufgenommen worden, die aber schon durch die Berindung blattloser Axen, in ausgezeichneter Weise der kriechenden Stämmchen von Pteris aquilina L. weit über die obersten Blattanlagen hinaus, widerlegt wird. [7]) Das sind Namen von Führern auf diesem Gebiet, und es kann nicht überraschen, dass diese Beispiele durch andere noch sehr vermehrt worden sind.

In der That wäre es eine ganz interessante Aufgabe, einmal die Irrtümer nach ihrem Gewicht und nach ihrer Zahl zusammenzustellen, die auf Grund der Entwickelungsgeschichte in die Botanik gebracht worden sind, und sie mit denen zu vergleichen, die durch Missdeutung von Bildungsabweichungen veranlasst worden sind; und es würde sich noch fragen, ob, um in Goebels Ausdrucksweise zu sprechen, die Irrwege der Missbildungslogik uns öfter und weiter vom rechten Wege abgeführt haben oder die seit Schleiden immer wieder als die allein entscheidende Quelle unserer Einsicht in den Aufbau der Pflanze geltend gemachte Entwickelungsgeschichte. Aus der Aufgabe der Botanik ist dieser Anspruch

[1]) Wigand. Grundleg. S. 8.
[2]) Ebda. S. 12.
[3]) Goebel. Entw. gesch. S. 114.
[4]) Ebda. S. 307.
[5]) Hofmeister. Vergl. Unters. S. 87.
[6]) Ders. in Flora. 1863. S. 173.
[7]) Vergl. hierzu: Stenzel. Blatt und Stamm, S. 373.

nicht herzuleiten, die Erfahrung unterstützt ihn, wie wir sehen, eben so wenig. Wir können daher die über den Wert der Bildungsabweichungen schlechthin absprechenden Urteile, so weit sie auf diesen Anspruch gestützt sind, nicht für berechtigt halten.

Ihre eigentliche Bedeutung zeigt sich aber da, wo sie uns über die wahre Natur eines Organs einen Aufschluss geben, den wir vergeblich aus dessen Entwickelung zu erlangen suchen. So hat uns diese, oder eigentlich die angeblich allein berechtigte Entwickelungslogik der Reihe nach darüber belehrt, dass die Fruchtschuppe der Abietineen ein abgeflachter Axillarspross der Deckschuppe, ein Diskus, endlich ein, einer Ligula vergleichbarer, plazentarer Auswuchs der Deckschuppe ist. Erst durch die Bildungsabweichungen sind wir auf ihre Beziehungen zu den Vorblättern im Winkel des Deckblatts aufmerksam gemacht, und durch ihre fortgesetzte Beobachtung ist uns der Schlüssel zu ihrem Verständnis in die Hand gegeben worden. Aehnliches wiederholt sich bei anderen Beispielen, namentlich da, wo eine früher einmal erlangte Gestalt sich durch Vererbung so befestigt hat, dass sie bereits bei ihrer ersten Anlage sich geltend macht und die früheren, ihr einst vorangehenden Zustände, gar nicht mehr zur Erscheinung bringt.

Gerade entgegengesetzt dem, was wir nachzuweisen gesucht haben, dass nämlich die Bildungsabweichungen geeignet seien, neue Wahrheiten nicht nur aufzufinden, sondern auch zu begründen, verwirft nun, wie es seit Schleiden von vielen Botanikern geschehen ist, auch Noll [1]) „die grundsätzliche morphologische Anerkennung der Metamorphosen“ überhaupt.

Er macht gegen diese zunächst das Vorkommen bizarrer Bildungen geltend, wo beispielsweise an Stelle einer Samenanlage eine Anthere oder an Stelle eines Sprosses eine Wurzel auftritt. Das erstere ist für uns sehr befremdend, weil in der unendlichen Mehrzahl der Fälle die Hervorbringung von Blütenstaub oder von Samenanlagen durch lange Vererbung an bestimmte Blattorgane gebunden ist. Immerhin werden auch hier beide von Blättern hervorgebracht; ihre Ersetzung durch einander verstösst nicht gegen das Grundgesetz der Metamorphose, und ein solches Vorkommnis würde uns kein Recht geben anzunehmen, dass hier ein Blatt, wie die Knospenschuppe durch die Ligula des Deckblatts dieser Knospe ersetzt wäre. Dass ferner an Stelle eines Sprosses einmal eine Wurzel auftritt, beweist keineswegs deren Wesensgleichheit. So lange nicht der Uebergang des einen in die andere durch eine stetige Reihe von Mittelstufen beobachtet worden ist, tritt eben nur ein Spross in der Gegend auf, wo sonst eine Wurzel zu erscheinen pflegte; die Anlage des einen ist durch die ungewöhnliche Anlegung des anderen verkümmert oder ganz verdrängt worden. Diese Vorkommnisse haben mit den stetigen Uebergängen eines Organes in ein anderes ihm verwandtes nichts zu thun; sie können die daraus gezogenen Schlussfolgerungen nicht erschüttern. Wo sollte auch beispielsweise hier die Ersetzung eines Organes durch ein ihm ganz fremdes stattgefunden haben; wo sollte an die Stelle einer Schuppe im Winkel des Deckblatts eine halbe Ligula desselben Deckblatts getreten sein? Etwa da, wo die Knospenschuppe sich eben erst von den übrigen abbiegt, während sie noch zum grössten Teil ihre Beschaffenheit beibehalten und doch schon unverkennbare Eigenschaften der Fruchtschuppe angenommen hat, während die beiden nächstinneren Schuppen median stehen? Oder in der nächsten Knospe, wo die äusseren Schuppen diesen noch unverkennbar ähnlich vielleicht schon die ersten Spuren von Samenanlagen auf ihrer Rückseite tragen? Oder wo sonst in der stetigen, an Lärchenzapfen von Noll selbst beobachteten Reihe von Zwischenstufen? Dieser Einwand trifft weder unsere, noch andere stufenweise zu verfolgende Metamorphosen; das sind aber gerade die, aus denen Schlüsse auf die Natur der durch sie verknüpften Organe gemacht worden sind.

Fälle der Art, wie das Auftreten von Blütenstaub in Ei-Anlagen weisen nur darauf hin, dass vereinzelte Bildungsabweichungen nicht ohne Weiteres zu weitgehenden Schlüssen berechtigen. So

[1]) Noll. Abiet. Zapf. S. 3.

würde man, um ein Beispiel anzuführen, aus den von Velenovsky an Lärchenzapfen gefundenen, inneren, auf ihrer Rückseite je ein Eichen tragenden Knospenschuppen [11] allein noch nicht mit Sicherheit auf deren Wesensgleichheit mit den Fruchtschuppen schliessen können. Dadurch wird aber keineswegs die grundsätzliche Anerkennung der morphologischen Bedeutung der Metamorphosen ausgeschlossen, unter der selbstverständlichen Voraussetzung einer umsichtigen Benützung der zu Grunde liegenden Beobachtungen, deren Vernachlässigung ganz ebenso bei der Benutzung entwickelungsgeschichtlicher, vergleichend — morphologischer und anatomischer, wie phylogenetischer Thatsachen schon zu so vielen unrichtigen Behauptungen geführt hat. Wie überall, so muss auch, ehe man aus einer Bildungsabweichung einen Schluss zieht, zugesehen werden, ob dieser nicht anderen Beobachtungen widerspricht und wo dies der Fall ist, muss ermittelt werden, wo der Fehler liegt, und welche Deutung die richtige ist.

Es ist aber nicht einzusehen, weshalb gerade bei der Benutzung der Bildungsabweichungen, wie Noll behauptet, der Entscheidung jederzeit ein subjektives Urteil zu Grunde liege und diese nur für denjenigen Beurteiler irgend welche Beweiskraft nach sich ziehe, der aus eigener Ueberzeugung diese Entscheidung zu der seinigen macht. Ja, woher stammt denn diese Ueberzeugung? Bei einem Naturforscher doch wohl aus einer hinreichenden Zahl richtiger und vorurteilsfrei mit einander verknüpften Beobachtungen. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, so kann das nachgewiesen werden und damit wird der auf sie gebaute Schluss, wie jeder andere, hinfällig und für jeden ohne Unterschied wertlos. Sind sie dagegen erfüllt, dann wird nur der nicht überzeugt, der eine andere fertige Ansicht mitbringt und von einer, davon abweichenden schlechterdings nicht überzeugt sein will. Das gilt von diesem, wie von jedem Wege, der zur Einsicht in das Wesen der Pflanzen führt. Das aber wird, wie ich wohl hoffen darf, jeder, der die im Vorhergehendon noch einmal dargelegte Entstehung der Fruchtschuppe der Abietineen aus den zwei ersten Vorblättern einer Zweigknospe ohne eine solche vorgefasste Ansicht verfolgt, zugeben, dass ein „subjektives Urteil“ daran keinen grösseren Anteil hat, als an jedem Schluss nach der Induktion, die, wie bei jedem anderen auf dem Gebiete der Erfahrungswissenschaften ihrer Natur nach unvollständig ist.

Deshalb können wir auch Schumann [1]) nicht beistimmen, der, folgerichtiger als Noll, den Standpunkt vertritt, dass überhaupt nur die Einzelbeobachtung objektive Geltung habe, indem weder durch die ontogenetische noch durch die komparative Methode — die teratologische schliesst er von der Beantwortung morphologischer Fragen überhaupt aus [2]), ohne zureichenden Grund, wie ich im Vorhergehenden darzuthun gesucht habe — ein Wissen erlangt werde, dem zwingende Beweiskraft zukommt; ausschlaggebend sei dabei stets die Wertschätzung der Thatsachen, also eine subjektive Thätigkeit unseres Intellekts [3]). Wollten wir uns wirklich dabei bescheiden, diese Wertschätzung ganz dem subjektiven Ermessen jedes Einzelnen zu überlassen, so würden wir eine Botanik für den Entwickelungsgeschichtler, eine andere für den vergleichenden Morphologen, auch wohl für den Anatomen, wieder eine andere für den Teratologen, eine für den Phylogenetiker erhalten. Einen so weiten Spielraum können wir dem subjektiven Ermessen des einzelnen unmöglich einräumen. Mag zeitweise eine Entscheidung zwischen einander entgegenstehenden Ergebnissen der einseitigen Verfolgung dieser oder jener Forschungsrichtung nicht zur allgemeinen Geltung zu bringen sein: auch hier giebt es doch nur eine Wahrheit und diese muss sich durch vorurteilslose Vergleichung und Prüfung der verschiedenen Befunde und ihrer Deutungen feststellen lassen. Dabei werden, dessen sind wir gewiss, auch die Bildungsabweichungen den ihnen gebührenden Platz finden.

Diesen gesteht, wie wir oben angeführt haben, auch Wigand nur eine subjektive Bedeutung

[1]) Schumann. Blüth. morph. S. 142
[2]) Ebda. S. 147.
[3]) Ebda. S. 136.

zu, indem sie dem Beobachter die Annehmlichkeit gewähren, dass er in ihnen anschaulich vor sich hat, was er bis dahin aus anderen Gründen nur erschlossen hatte. Diesen subjektiven Wert werden wir ihnen gern einräumen, auch wenn wir darzuthun gesucht haben, dass ihre Bedeutung nicht auf ihn beschränkt ist. Nach Noll würden sie dagegen nur eine subjektive Geltung haben; eine Annahme, die uns mit dem Wesen wissenschaftlicher Erkenntnis unvereinbar zu sein scheint.

An unserer Schätzung des morphologischen Werts der Bildungsabweichungen können uns endlich auch die Zeugen nicht irre machen, die Goebel [1]) gegen dieselbe anruft, indem er seine Darlegung recht wirkungsvoll mit dem Ausspruche von Augustin Saint-Hilaire schliesst: „Ohne diese Bedingung würden die Monstrositäten eben so wohl alle Träume der Einbildungskraft begünstigen und, wie Henri de Cassini sagte, man würde in ihnen alles sehen, was man darin sehen wollte.“

Das klingt nun freilich sehr entschieden; als ich aber die Stelle nachschlug [2]), war ich überrascht, wie sehr ihr Sinn dadurch verändert worden ist, dass Goebel sie ausserhalb des Zusammenhanges und unvollständig anführt, worüber sich inzwischen schon Celakovsky [3]) sehr entschieden ausgesprochen hat.

Augustin de Saint-Hilaire hatte sich so wenig mit dem Studium der Monstrositäten beschäftigt, dass er den bezüglichen Abschnitt seiner Leçons, wie er selbst mit anerkennenswerter Offenheit ausspricht, fast vollständig aus Moquin-Tandon, Éléments de Tératologie végétale entlehnt hat, darunter auch die weiterhin von Celakovsky aus Saint-Hilaire angeführten vortrefflichen Ausführungen. Erst auf der letzten Seite fühlt er das Bedürfnis, einige Vorbehalte zu machen. Nachdem er noch einmal ausgesprochen hat, dass die Untersuchung der Monstrositäten uns oft die verborgensten Geheimnisse des Aufbaues der Pflanze enthüllt, erinnert er daran, dass dazu ein gründliches Studium der Morphologie unerlässlich sei; ohne diese Bedingung würden die Monstrositäten eben so wohl alle Träume der Einbildungskraft begünstigen. In dieser Fassung kann, denke ich, jeder Verfechter der Bedeutung der Bildungsabweichungen den Satz unterschreiben! So, wie Goebel ihn anführt, muss er den Leser über den Sinn, in dem er geschrieben ist, geradezu täuschen. Wenn Saint-Hilaire daran noch die üblichen Mahnungen zur Vorsicht bei deren Benutzung anknüpft und dafür auf ein paar ganz allgemein gehaltene Beispiele hinweist, so ändert das an der Sache nichts. In anderen Abschnitten seiner Leçons weist er zwar die Blattnatur der Staubgefässe und Karpelle durch die Betrachtung regelmässiger Bildungen nach, nimmt aber gar keinen Anstand, die Uebergänge von Staubgefässen in Blumenblätter bei der Rose und bei Aquilegia als dasselbe beweisend daneben zu stellen, und selbst die einzelnen Teile, wie den Staubfaden dem Nagel des Blumenblatts und dem Stiele des Blattes gleichzustellen. [4]) Ebenso geht nach ihm anschaulicher noch, als aus der Betrachtung regelmässiger Karpelle ihre Blattnatur aus den vereinzelt in den gefüllten Blüten von Prunus avium auftretenden grünen, zusammengefalteten Blättchen hervor, in denen es gewissermasen in den Zustand des Blattes zurückkehrt; es ist, besser gesagt, das völlig entschleierte Karpell; der Faden, in den es ausgeht, unterscheidet sich in nichts von einem Griffel, die Drüse an seiner Spitze von vielen Narben.

Aehnlich verhält sich der pflanzlichen Abnormitäten gegenüber Henri de Cassini. Ich habe die oben von Saint-Hilaire und nach ihm von Goebel, ohne eine Andeutung, an welcher Stelle sie etwa zu suchen sein möchten, angeführten Worte in den mir zugänglichen Schriften Cassini's [5]) nicht

[1]) Goebel. Entw. gesch. S. 125.

[2]) Saint-Hilaire. Leçons, p. 823.

[3]) Celakovsky. Gymnospermen S. 16

[4]) Saint-Hilaire. Leçons, p. 449.

[5]) Cassini. a) Opuscules. Hierin besonders: Observations et reflexions sur une monstruosité de Scabiosa columbaria. T. II, p. 549 — b) Description d'une monstruosité offerte par un individu de Cirsium tricephalodes (Decand.) et considérations sur ce phénomène; in: Journal de physique; T. 89, Dec. 1819; p 401. — c) Observations sur des fleurs monstrueuses de Cirsium pyrenaicum in Bull. des sciences (Soc. philomatique) d'oct. 1822, p. 156.

gefunden, vielleicht übersehen, und für sich, aus dem Zusammenhange gerissen, vertragen derartige schwungvolle Ausrufe natürlich keine ernste Besprechung. Dagegen hat Cassini seine Stellung den Bildungsabweichungen gegenüber in seinen Aufsätzen über einige von ihm selbst beobachtete Vorkommnisse mit der Sicherheit des scharfen Denkers ausgesprochen, namentlich in seinen Abhandlungen über eine monströse Scabiosa columbaria und ein Cirsium tricephalodes DeCand. (Cirsium rivulare Jacq.). In beiden besteht er fest darauf, dass zwischen den verschiedenen Ausbildungsstufen der Blattorgane keine Identität bestehe, sondern nur eine mehr oder weniger grosse Analogie. Weder die engen Beziehungen derselben bei der gesunden Pflanze, wie zwischen den Staubgefässen von Paris quadrifolia L. und ihren Blumenblättern; zwischen diesen und den Kelchblättern und zwischen Kelch- und Laubblättern [1]); noch die Metamorphosen in monströsen Blüten, wie die verblatteten Staubgefässe von Scabiosa columbaria [2]) sprechen seiner Meinung nach gegen diese Auffassung. Er würde nicht sagen, dass aus der letzteren Beobachtung hervorgehe, dass das Staubgefäss ein Blatt ist, sondern dass ein Staubgefäss von Scabiosa viel Analogie mit einem Blatte habe.

Die Beobachtung der „Monstrositäten durch Metamorphose" bezeichnet er aber als ein kostbares Mittel, das ganz besonders die Abschätzung des Grades dieser Analogie erleichtere [3]) und wendet sie dazu bis ins Einzelne gehend an. So repräsentirt nach ihm bei der oben erwähnten Scabiosa columbaria jeder einzelne Teil des Blättchens, in welches das Staubgefäss umgewandelt ist, einen entsprechenden Teil dieses letzteren und selbst die zwei weissen Flecke nahe dem Rande des Blättchens, die doch gar keinen Blütenstaub enthalten, deuten ihm augenscheinlich die Antherenfächer an.

Man sieht, wie wenig die grundlegenden Anschauungen über die Bedeutung der Bildungsabweichungen, noch weniger aber deren Anwendung auf die einzelnen Vorkommnisse sowohl Saint-Hilaire's wie Cassini's mit denen Goebel's übereinstimmen und wie wenig daher die von diesem angeführten abgerissenen Aeusserungen gegen die Benützung dieser Anomalien zur Erkenntnis der Natur der einzelnen Pflanzenteile ins Gewicht fallen. Auch sie können uns nicht von der Berechtigung von Goebel's Behauptung überzeugen, dass die Methode der Teratologie, vom Verbildeten auf das Normale zu schliessen, als eine verfehlte bezeichnet werden müsse.

Sind diese unsere Ausführungen begründet, so ist auch die Behauptung Goebel's hinfällig, dass die Aufgabe der Teratologie eine andere geworden sei; nämlich, die Bedingungen des Zustandekommens der Missbildungen zu erklären. Es liegt in der Natur der Dinge, dass man erst eine möglichst vollständige Kenntnis derselben zu erlangen suchte, ehe man daran ging, deren Ursache zu erforschen. Das ist aber keine neue Aufgabe, die jetzt erst der Teratologie gestellt würde. Sie ist längst neben der Sammlung der Thatsachen und ihrer Anwendung auf die Morphologie verfolgt worden. So führt Jäger [4]) schon in der ersten, 1814 erschienenen, nach allgemeinen Gesichtspunkten geordneten Zusammenstellung der „Missbildungen der Gewächse" gleich im Eingange aus, dass deren Ursache entweder in einer Störung der regelmässigen Entwickelung durch äussere Kräfte oder in einem Fehler des Entwickelungsganges selbst liege, der vorerst nicht weiter erklärbar ist, und überall sucht er nicht nur das Zustandekommen der Abweichung aus der regelrechten Bildung durch Reihen von Zwischenstufen zu erläutern, sondern auch ihr Eintreten auf seine Ursache zurückzuführen. Er bedauert, dass noch so wenig Versuche zu diesem Zwecke angestellt worden sind, stellt also diese Aufgabe ganz klar hin. Mit der fortschreitenden Erkenntnis vom Leben der Pflanze sind diese Bestrebungen auch mehr hervorgetreten. Zahlreiche Arbeiten haben sich mit den Verbildungen durch Schmarotzerpilze, wie durch Insekten beschäftigt und die ausserordentlich interessanten Beobachtungen von Peyritsch über den

[1]) Cassini. Opusc. T. II., p. 552.
[2]) Ebda. T. II, p. 550.
[3]) Cassini. Cirs. tricephal. p. 402.
[4]) Jäger. Missbild., S. 2. 3. 292.

lange nachwirkenden Reiz, den die vorübergehende Berührung von Blattläusen mit jungen Pflanzenteilen auf deren weitere Ausbildung ausübt, lassen uns noch manche überraschende Aufklärung über das Zustandekommen der Missbildungen erwarten. Durch das, was Goebel selbst dazu beiträgt, wird man dagegen nicht wenig enttäuscht, wenn man eben noch gelesen hat, wie geringschätzig er sich über die Thätigkeit anderer auf dem Gebiete der Bildungsabweichungen ausgesprochen hat. Seine Annahme, dass die Durchwachsung der Fichtenzapfen dadurch veranlasst würde, dass die plastische Substanz, die sonst den Sprossgipfeln zugeführt worden wäre, nach deren Wegnahme in die Zapfenanlage geleitet würde und dort die Durchwachsungen hervorriefe, stützt er erstens auf die Zapfen an der beschnittenen Fichtenhecke in Upsala. Auf diese passt aber Goebel's Annahme gar nicht; sie werden überhaupt nur uneigentlich zu den durchwachsenen Zapfen gezählt, weil sie ähnliche Mittelbildungen zeigen, wie diese. Die Uebergangsformen zwischen Frucht- und Knospenschuppen stehen hier unterhalb des endständigen Zapfens; zweitens darauf, dass ich [1]) als die eigentliche Heimat durchwachsener Fichtenzapfen den Waldsaum an der oberen Grenze des Baumwuchses angegeben hatte, in dem die locker stehenden Fichten bis an den Boden mit dicht belaubten Aesten besetzt sind, während noch weiter nach oben nur noch niedrige, öfter vom Sturm geknickte und übel zugerichtete Bäumchen gefunden werden. Goebel hat die darauf folgenden Worte: „Gerade in diesem etwa 100 m hohen Gürtel", was nach dem von mir gewählten Ausdruck zwar nicht ausgeschlossen, aber keineswegs geboten war, nur auf den letzten Teil desselben bezogen, an dessen zerstreuten Bäumchen ich nur ganz vereinzelt durchwachsene Zapfen gefunden habe, während weitaus die meisten von den niedrigen, gerade besonders dicht und kräftig benadelten Fichten des unteren Teils dieses Gürtels herrühren. Solche mit abgebrochenem oder abgestorbenem Gipfel sind mir dort nur wenige vorgekommen. Wenn daher Goebel an seine Angaben die Bemerkung knüpft: die Autoren erwähnen diese Thatsache, ohne sie zu der Durchwachsung in causale Beziehung zu setzen, so liegt das wohl daran, dass sie nicht geglaubt haben, der Wissenschaft einen Dienst zu leisten, wenn sie aus so leicht genommenen und so unzureichenden Beobachtungen zweifelhafte Vermutungen über kausale Zusammenhänge herleiteten.

Ich selbst habe diese Frage stets im Auge behalten; ihre Beantwortung ist mir aber nicht so leicht geworden. Anknüpfend an die oben erwähnte Schilderung der Wachstumsverhältnisse an der oberen Baumgrenze hatte ich bemerkt, dass man kaum berechtigt sei anzunehmen, dass diese der Fruchtbildung ungünstiger wären, als dem Gedeihen des ganzen Baumes, da man in guten Zapfenjahren auch hier die Bäumchen mit vielen, freilich nur 5—6 cm langen Zapfen behängt findet. Dazu kommt, dass auch an den unter sehr verschiedenen Bedingungen aufwachsenden Fichten der tieferen Lagen mit unverletzten Gipfeln und Zweigen eine ganze Anzahl derselben gefunden worden ist. Noch in diesem Sommer (1900) habe ich mehrere derselben an 4—5 m hohen, äusserlich wenigstens gesunden, dicht benadelten Bäumchen bei Landeck in der Grafschaft Glatz in etwa 450 m Seehöhe gesehen.

Fast stets aber sind die durchwachsenen Zapfen kleiner, oft viel kleiner, als die vollkommen ausgebildeten, so dass man den Eindruck erhält, als hätten sich nur im oberen Teile der Zapfenspindel keine Fruchtschuppen mehr, höchstens statt ihrer hier und da Zweigknospen und statt der Deckschuppen Nadeln ausgebildet. Das würde weniger dafür sprechen, dass ein Ueberfluss an plastischem Stoff diese Erscheinung verursacht hätte, als vielmehr ein Zurücktreten, eine Schwächung der blütenbildenden Kräfte.

In ähnlicher Weise könnte man sich auch vorstellen, dass an Zweigen unterhalb der Zapfen, beispielsweise an denen der Krüppelfichten im botanischen Garten zu Upsala, wie auch manchen anderwärts beobachteten, erst nach und nach die blütenbildenden Kräfte so weit zur Herrschaft kämen, um aus Zweigknospen ordentliche Fruchtschuppen zu entwickeln.

Ebenso trifft man zwar an gesund und kräftig gewachsenen Lärchenbäumen und an

[1]) Stenzel. Durchw. Fichtenz. S. 300.

unverletzten Zweigen einzelne durchwachsene Zapfen, öfter aber an dünner belaubten Bäumen von schwächlicherem Aussehen; den lehrreichsten Zapfen habe ich an einer, weniger verstümmelten, als verkümmerten Krüppellärche gefunden. Dass manche Lärchenbäume jährlich zahlreiche durchwachsene Zapfen tragen, spricht auch gegen die von Goebel für diese Erscheinung angenommene Ursache. Diese lässt sich mit Sicherheit noch nicht angeben, eben so wenig, wie bei der Mehrzahl der in freier Natur vorkommenden Beispiele.

Nichts desto weniger wird es nach wie vor eine Aufgabe der Teratologie sein, ihr überall nachzuforschen; aber nur eine ihrer Aufgaben; denn die morphologische Bedeutung einer Bildungsabweichung ist von ihrer Ursache unabhängig. Mag ein Pflanzenorgan durch Pilze oder Insekten, durch Witterungs- oder Ernährungsverhältnisse die verschiedenartigsten Umgestaltungen erfahren, es bleibt immer dasselbe Grundorgan; ein Blatt bleibt ein Blatt, ein Stengel bleibt ein Stengel, ein Deckblatt wird nicht zu einem Blatte seiner Achselknospe u. s. w., und die daraus gezogenen Schlüsse werden von der Ursache der Verbildung nicht berührt.

Die für solche Schlüsse notwendigen Thatsachen zu sammeln bleibt eine unerlässliche Aufgabe der Teratologie. Wer über regelrecht ausgebildete Pflanzen schreibt, kann erwarten, dass der Leser diese selbst aufsucht, um ein anschauliches Bild der Beobachtungen zu gewinnen und sich von der Richtigkhit der Angaben zu überzeugen. Dazu ist die grosse Mehrzahl der Bildungsabweichungen, namentlich derer, die an wild wachsenden Pflanzen vorkommen, zu selten, ihr Auftreten unberechenbar und ihre Auffindung daher zu sehr vom Zufall abhängig, obwohl dem beharrlich Suchenden doch mehr, als man danach erwarten könnte, in die Hand fällt. Daher müssen hier neue Vorkommnisse, wann und wo sie nun gerade gefunden werden, so genau beschrieben und erforderlichen Falls abgebildet werden, dass man eine befriedigende Vorstellung von ihnen gewinnen kann. Das bringt nun freilich den Uebelstand mit sich, dass in den Schriften über Bildungsabweichungen, namentlich in den das ganze Gebiet umfassenden, in jedem Abschnitt eine Menge, oft nur lose zusammenhängender Thatsachen an einander gereiht sind, die dem, der sich über die Bildungsabweichungen aus Büchern unterrichten will, ihr Studium wohl verleiden können. Ein eigentliches Lehrbuch der Teratologie, in dem die Fragen, die durch die Bildungsabweichungen allein beantwortet, oder bei deren Beantwortung andere Methoden durch sie unterstützt werden, behandelt, die Grenzen, innerhalb derer die Bildungsabweichungen dabei Geltung haben, besprochen würden, besitzen wir noch nicht. Weder Jägers, 1814 erschienene, Missbildungen der Gewächse, noch Moquin-Tandon's Éléments de Tératologie végétale von 1841 kann man so nennen; es sind mehr Handbücher zum Nachlesen über einzelne Gegenstände. Seitdem aber ist die Zahl der hierher gehörigen Beobachtungen so erstaunlich angewachsen, dass diese trotz des viel grösseren Umfangs der sie zusammenfassenden Werke, noch knapper haben behandelt werden müssen. Das trat in Masters Vegetable Teratology (1869, deutsch von Dammer 1885) besonders störend hervor, obgleich die Angaben hier nach morphologischen Gesichtspunkten geordnet waren, da jede einzelne nur kurz, daher oft unvollständig, von ganzen Reihen nur die Namen der Pflanzen angeführt sind, vielfach ohne die Quelle, aus der man Genaueres hätte erfahren können. Diese bei jeder Anomalie angegeben zu haben, ist das grosse Verdienst von Penzig, dessen, nach Pflanzenfamilien geordnete Teratologie (1890—1894) schon dadurch ein unentbehrlicher Ratgeber für jeden geworden ist, dem eine interessante Bildungsabweichung aufstösst.

Aber freilich: wer nun erwartet, über diese eine befriedigende Auskunft zu erhalten, nachdem er Mühe, Zeit und Kosten nicht gescheut hat, um die angeführte Stelle in einem, manchmal schwer zu erlangenden Bande einsehen zu können, sieht sich nur zu oft getäuscht. Wenn ein so erfahrener Morphologe, wie Wydler, unter „ungewöhnlichen Zahlenverhältnissen in der Blüte“ von Neottia nidus avis weiter nichts angiebt [1]), als „Blüten durchweg dimerisch“, ohne zu sagen, ob dabei die

[1]) Wydler. Morphol. Mitteil. S. 30.

Kelchblätter oder die Kronblätter median standen; ob zwei Staubgefässe da waren, was sehr unwahrscheinlich ist, obwohl man es nach der bestimmten Fassung seiner Angabe annehmen müsste, und welche Stellung diese dann gehabt haben; ob alle Blüten der Aehre zweizählig waren, was wieder höchst unwahrscheinlich ist, aber aus dem „durchweg" gefolgert werden könnte, oder wie wir viel eher annehmen dürfen, nur eine Blüte und zwar wohl die oberste, vielleicht auch die unterste — so kann man denken, wie unzureichend die Angaben weniger geschulter Botaniker oft sind. Dies scheint mir die schwächste Seite der bisherigen Behandlung zahlreicher Bildungsabweichungen, die ihr immer noch von der Zeit her anhängt, wo diese fast nur von Sammlern seltener und wunderlicher Vorkommnisse aufgesucht wurden, die wenig danach fragten, welchen Wert sie für das Verständnis der Pflanze etwa haben könnten. Heut sollte keine solche wertlose Angabe mehr veröffentlicht werden; bei abweichenden Blüten müsste die Beschreibung mindestens alles das enthalten, was zum Entwerfen eines vollständigen Diagramms erforderlich ist.

Doch das sind Mängel, die sich beseitigen lassen; sie können den Wert der Bildungsabweichungen wohl verdunkeln aber nicht aufheben.

Das Ergebnis unserer Betrachtungen ist, dass wir, unbeirrt durch ernste, aber, wie wir glauben, nicht stichhaltige Gegengründe, durch selbstbewusstes Absprechen wie durch wohlfeile Witzeleien, an der Ansicht festhalten, dass die Kenntnis der regelrecht ausgebildeten, gesunden Pflanze und ihrer einzelnen Teile von ihrer ersten Anlage bis zu ihrem Tode die wichtigste Quelle für die Einsicht in das Wesen derselben ist; dass aber daneben nicht nur die vergleichende Morphologie und Anatomie, sowie die Phylogenie in Betracht gezogen werden müssen, sondern eben so auch die Bildungsabweichungen, die, namentlich wo zusammenhängende Reihen von Zwischenstufen zwischen verschiedenen Gebilden vorkommen, zuverlässige Schlüsse auf deren eigentliche Natur ziehen lassen; Schlüsse, die mit den Ergebnissen der Entwickelungsgeschichte nie schlechthin unvereinbar sein werden, auch wenn diese selbst nie zu ihnen hingeführt haben würde.

Ich glaube daher auch nicht, dass das, was Goebel die „Irrwege der Missbildungslogik" nennt, „einer Periode der Botanik angehören, die wir im Wesentlichen jetzt als abgeschlossen bezeichnen dürfen." Es mag sein, dass die herrschende Strömung diesen, wenn sie brauchbar sein sollen, mühsamen und oft verwickelten Beobachtungen ungünstig ist und sie in der Schätzung der Zeitgenossen zurückdrängt. Aber solche Strömungen verlieren mit dem augenblicklichen Siege ihren Reiz; auf die Ueberspannung folgt oft ein Rückschlag; und wenn die Aeusserungen jener „Logik" „aus der Litteratur noch lange nicht verschwinden werden", so wird das nicht daran liegen, dass die unverbesserlichen Anhänger einer überlebten Anschauungsweise noch nicht ausgestorben sind, sondern daran, dass es immer Botaniker geben wird, die nicht aus theoretischer Voreingenommenheit für einen Weg der Forschung andere Wege missachten, auch da, wo diese zu sonst unzugänglichen Wahrheiten hinführen.

Abweichende Blüten heimischer Orchideen.

Nicht bei allen Pflanzenfamilien bietet sich die Gelegenheit, wie bei den weiblichen Blüten unserer Nadelhölzer, wichtige Punkte ihres Baues auf Grund von Bildungsabweichungen zu beleuchten. Zur Einsicht in den Bau der Orchideen-Blüte haben diese aber nicht wenig beigetragen und einzelnes, diese Ergebnisse Bestätigendes findet man auch immer wieder. Ausserdem aber sind mir beim Durchsehen zahlreicher Blüten neben vielen bekannten auch mehrere bisher wenig beachtete Umbildungen aufgestossen, deren Beschreibung manchem, der selbst solche auffindet, wie ich hoffe, nicht unerwünscht

sein wird, indem sie zugleich als Nachträge zu einer allseitigen Kenntnis der heimischen Flora einige, wenn auch nur kleine, Lücken in dieser ausfüllen.

Dabei habe ich mich auf die Abweichungen der bei uns einheimischen Arten und auf die im Freien wachsenden Pflanzen beschränkt, weil man nur aus diesen schliessen kann, welche Abänderungen unter den natürlichen Lebensbedingungen entstanden sind und, sich forterbend zur Entstehung beständiger Varietäten und Arten den Anlass gegeben haben können. Schon Wigand [1]) hat an die Betrachtung, dass die Abweichung eines Gewächses vom Typus seiner Art den habituellen Bildungszustand eines anderen Gewächses darstelle, den Gedanken angeknüpft, es lasse sich sogar denken, obgleich es nicht nachzuweisen sei, dass alle die verschiedenen Pflanzenformen auf dieselbe Art, wie die Monstrositäten entstanden und nur beständig geworden seien.

Der Annahme, dass solche, ohne erkennbare Ursache auftretende Anomalien sich durch Samen fortgepflanzt hätten, stehen ja erhebliche Bedenken entgegen, namentlich in der Kreuzbefruchtung durch die normalen Pflanzen in ihrer Umgebung. Andererseits ist schwer einzusehen, wie die jetzigen Arten ihre unterscheidenden Merkmale allmählich im Kampf um's Dasein sollten erworben haben. So kann die Verarmung der Orchideen-Blüte durch Schwinden von vier, meist sogar von fünf Staubgefässen der vermutlichen Urform doch kaum vorteilhaft für die Erhaltung der Art sein. Das legt es uns immer wieder nahe, auf den Gedanken von Wigand zurückzukommen. Sind die zuweilen vorkommenden zweizähligen Orchideen-Blüten bis jetzt noch nicht zum Ausgangspunkt besonderer Arten geworden, so zeigen sie uns doch, wie solche bei den Monokotyledonen, z. B. bei Majanthemum bifolium DeC. unter den dreizähligen Blüten ihrer Verwandtschaft vielleicht einst entstanden sind, während umgekehrt das Auftreten von Staubgefässen, die in der Blüte der meisten lebenden Orchideen unentwickelt sind oder ganz fehlen, darauf hindeutet, wie aus einer Monokotyledonenblüte mit sechs Staubgefässen eine Orchideen-Blüte mit zwei oder einem Staubgefässe geworden sein mag. Ich habe daher Topfpflanzen nur kurz erwähnt, um so mehr, da die Arten bei künstlicher Zucht leicht ausarten und Verbildungen hervorbringen, die auch sonst nur von geringem Interesse sind.

Hinzugefügt aber habe ich den von mir selbst beobachteten Abweichungen die bei deutschen Arten von anderen, auch an ausserdeutschen Standorten gefundenen, wo kein Grund ist anzunehmen, dass sie nur der Verschiedenheit der Gegend ihre Entstehung verdanken, die also auch in Deutschland wohl noch könnten gefunden werden.

Die wenigen abweichenden Bildungen, die mir an Stengeln, an Blättern und am Blütenstande aufgestossen sind, habe ich gelegentlich eingeschaltet; in der Hauptsache habe ich mich auf die Bildungsabweichungen der Blüten selbst beschränkt, bei deren Behandlung überall die von Penzig [2]) mit bewunderungswürdiger Umsicht und Ausdauer gesammelten und kritisch gesichteten Thatsachen die unentbehrliche Grundlage gewesen sind. Den Wert seiner Arbeit lernt man erst recht schätzen, wenn man auch nur bei einer Pflanzenfamilie nach den von ihm überall angeführten Literaturangaben die Quellen selbst aufsucht. In der That sind diese in so vielen Werken, besonders aber Zeitschriften, namentlich deutschen, dänischen, schwedischen, belgischen, französischen, englischen, amerikanischen, zerstreut, von denen einzelne nicht überall leicht zu erlangen sind, dass ich geglaubt habe, es würde manchem erwünscht sein, wenn ich den Wortlaut der bezüglichen Mitteilung anführte, wo diese nur aus einer oder wenigen Zeilen besteht. Wem die Mühe und Zeit erspart wird, eine Stelle aufzusuchen, die statt der erhofften genaueren Angaben nichts enthält, als was er schon aus ihrer blossen Anführung ersehen hatte — und das begegnet uns oft genug — wird diese Umständlichkeit gewiss nicht tadeln.

Die Bildungsabweichungen in den Orchideen-Blüten, zu denen wir im Folgenden einige Beiträge

[1]) Wigand. Grundleg. S. 6.

[2]) Penzig. Consid., p. 80—84. — Dess. Pfl. terat. II. S. 321—326, und bei den einzelnen Arten.

zu bringen gedenken, sind hauptsächlich zweierlei: Veränderung in der Zahl der Blütenteile und Umbildung eines Blütenteils in einen andern.

Blüten, die in der Zahl der die einzelnen Wirtel zusammensetzenden Teile, von der regelmässigen abweichen, können wir kurz als abzählige oder metamere bezeichnen.

Diese Veränderung besteht bald in einer Verminderung der Zahl dadurch, dass einer oder mehrere der Blütenteile fehlen, oder mit einander verwachsen; bald in ihrer Vermehrung durch Spaltung der vorhandenen Teile oder durch Bildung von neuen.

Wenn wir jede Abweichung für sich in's Auge fassen und in eine dieser vier Gruppen bringen, müssen wir freilich darauf verzichten, die Umgestaltung derjenigen Blüten, bei der mehrere dieser Abänderungen zusammenwirken, im Zusammenhange zu verfolgen; wir werden im Gegenteil dieselben Blüten wiederholt und an verschiedenen Stellen anführen müssen. Indes lässt sich nur so eine fassliche Uebersicht der verschiedenen Abweichungen gewinnen und da nur selten ein nachweisbarer Zusammenhang zwischen ihnen besteht, wird ihr Zusammenvorkommen in derselben Blüte sich ausreichend durch Rückverweisungen nachweisen lassen.

Fassen wir zuerst die Verminderung der Zahl der Blütenteile ins Auge, so zeigen gleich die hier und da an der Stelle der gewöhnlichen dreizähligen oder trimeren [1]) erscheinenden

A. zweizähligen oder dimeren Blüten

erhebliche Verschiedenheiten.

I. Orthodimere Blüten (II, 34).

Da die beiden Kelchblätter hier ohne Vorblätter auf das Deckblatt folgen, so müssen sie rechts und links von diesem oder transversal stehen, die beiden Kronblätter aber median. Vor den zwei Kelchblättern würden dann, dem einzigen ausgebildeten Staubgefäss, der gewöhnlichen dreizähligen Blüte entsprechend, zwei vollkommene Staubgefässe des äusseren Kreises stehen und vor diesen, mit den fehlenden Kronstaubgefässen abwechselnd, die zwei Fruchtblätter. Wir können diese im eigentlichen Sinne zweizähligen Blüten als orthodimere bezeichnen.

Eine solche habe ich indes nur einmal gefunden. An einer Blütenähre von Gymnadenia conopea R. Br. von einer kurzgrasigen Stelle auf dem Altarberge bei Reinerz, über der Kohlauer [31] Mühle, waren die beiden untersten Blüten zweizählig, alle folgenden regelmässig; die unterste, eine verkümmerte Knospe, doch mit zwei deutlichen medianen Kelch- und zwei queren Kronblättern, aus der sich also eine der gewöhnlicheren antidimeren Blüten hätte herausbilden können. Im Winkel des [32] folgenden Deckblatts (II., 41, 42d) dagegen stand eine gut ausgebildete Blüte mit zwei querstehenden Kelchblättern (c. c.), von ihnen umfasst oben ein etwas gewölbtes Kronblatt (k) unten eine ziemlich flache, undeutlich dreilappige Lippe (k') mit einem oben regelmässigen, etwas weiter nach unten aber verkümmerten, eingetrockneten, schwarzbraunen Sporn (sp). Vor den zwei Kelchblättern auf kurzem, dickem, plattenförmigem Träger jederseits ein deutliches Mittelband mit zwei Staubbeutelfächern, die unten in je einen kleinen roten Fortsatz ausgehen, der frei in der Luft schwebt. Das weisse, schwach vertiefte Mittelfeld zwischen ihnen ist wohl als Narbenfläche zu betrachten; ein Schnäbelchen ist nicht ausgebildet. Der scharf gedrehte Fruchtknoten hat zwei Klappen unter den beiden Kelchblättern und enthält zahlreiche Ovula an seinen zwei medianen Samenleisten. So weit hat diese Blüte ganz den Bau einer regelrechten orthodimeren Blüte. Nun finden wir aber vor der Lippe noch ein, den Kronblättern in allen Stücken ganz ähnliches Blatt (z). Nach seiner Stellung kann es wohl nur als das eine der beiden medianen Staubgefässe betrachtet werden, das vollständig verblattet ist; seine

[1]) Taf. II., Fig. 33. — Betreffs der Bezeichnung der Teile siehe die Erklärung der Figuren.

geringe seitliche Verschiebung gegen die Lippe kann dagegen nicht ins Gewicht fallen. [1]) Durch seine breite Entwickelung ist diese selbst ein wenig nach der andern Seite, die seitlichen Kelchblätter aber und namentlich die Staubbeutel an ihrer der Lippe zugewendeten Seite etwas auseinander gedrängt worden, ohne dass doch die Grundform der Blüte dadurch wesentlich gestört worden wäre.

II. Paradimere Blüten (II., 35).

Von der oben beschriebenen entfernten sich alle andern, dem Perigon nach mit den orthodimeren übereinstimmenden Blüten dadurch, dass in ihnen nie zwei Kelchstaubgefässe, sondern, wenn überhaupt eins, nur eins vor dem der Lippe gegenüberstehenden Kronblatt da war und bei der Mehrzahl der Fruchtknoten drei Samenleisten hatte. Dass das Staubgefäss, das doch hier als eins des innern Kreises, als ein Kronstaubgefäss erscheint, in Beziehung auf die übrigen Blütenteile die Stelle einnimmt, die es in der regelmässigen dreizähligen Blüte inne hat, wo es ein Kelchstaubgefäss des äusseren Kreises ist, hat schon Freyhold [2]) als einen sehr auffallenden Umstand bezeichnet. Nehmen wir dazu, dass öfter drei Fruchtblätter da sind, von denen eins vor das Staubgefäss fällt, zwei vor die seitlichen Kelchblätter, ganz wie in den dreizähligen Blüten, so werden wir ihre engen Beziehungen zu diesen nicht verkennen können. Auch die Uebereinstimmung ihres Perigons mit dem der orthodimeren Blüten steht dem nicht schlechthin entgegen, wenn wir hier eine ähnliche Umbildung annehmen, wie wir sie für die weiterhin folgende Gruppe mit zwei medianen Kelchblättern, gestützt auf viel zahlreichere Beobachtungen wahrscheinlich machen werden; dass nämlich, wie dort die mediane Lippe, hier das mediane Kelchblatt fehlgeschlagen ist, und, wie dort die paarigen Kelchblätter nach unten, hier die paarigen Kronblätter nach oben zusammengerückt und zuletzt in eins verschmolzen sind. Wenn Spuren dieser Verwachsung bei den einheimischen Orchideen noch nicht beobachtet worden sind, so kann das wohl in der geringen Zahl der bisher aufgefundenen, hierher gehörigen Blüten seinen Grund haben; denn bei einem Paphiopedilum Sedeni, Pfitz., hat Penzig [3]) die beiden verwachsenden Kronblätter noch deutlich unterscheiden können. Dann würde uns auch die Stellung des einen Staubgefässes nicht mehr befremden: es wäre das in der dreizähligen Blüte vor dem unpaaren Kelchblatt stehende des äusseren Kreises, das beim Schwinden dieses Kelchblatts und dem Verwachsen der paarigen Kronblätter seine Stelle unverändert behauptet hätte. Penzig hat ähnliche Blüten unter dem zweiten Typus seiner pseudodimeren Blüten beschrieben, nur, dass bei diesen die paarigen Kelchblätter, die bei unsern Blüten frei sind und transversal stehen, hinter der Lippe mit einander verwachsen sind. Wahrscheinlich gehören zu diesem Typus auch alle tropischen Orchideen-Blüten, die, bisher einfach als dimere bezeichnet, zwei transversale Kelchblätter und ein medianes oder gar kein Staubgefäss haben.

Mit dem Ausdruck pseudo-dimer für dieselben habe ich mich aber nie befreunden können. Eine durchgebildete Blüte dieser Art, wie viele der weiter unten besprochenen, ist nämlich in allen Kreisen so regelmässig, wie irgend eine der gewöhnlichen dreizähligen, und es ist kaum zu bezweifeln, dass sie die gleiche Bildung schon in ihrer ersten Anlage gehabt hat. Etwas Falsches oder Täuschendes, ein pseudos, ist schlechterdings nicht an ihr zu entdecken; ja, wer sie allein an einem Stengel fände, könnte sie unmöglich für etwas anderes, als für eine normale Blüte der Pflanze ansehen. Wie wir uns auch ihre Beziehung zu den dreizähligen vorstellen, wie wir uns etwa ihren Bau aus dem der letzteren herleiten wollen: sie selbst sind wirklich zweizählig. Es scheint mir daher richtiger, sie als eine Nebenlinie der ersteren zu unterscheiden und den Ausdruck pseudodimer auf solche Blüten zu beschränken,

[1]) Vergleiche dazu: Pfitzer. Studien. S. 70.

[2]) Freyhold. Metaschem. Orch. S. 60.

[3]) Penzig. Consid., p. 88, Fig. 3. — Dess. Pfl. terat. II. S. 328, 370.

die wirklich nur den täuschenden Schein der Zweizähligkeit haben, wie die des dritten und auch des vierten Typus von Penzig. [1])

Wir betrachten diese im Perigon mit den orthodimeren übereinstimmenden, durch nur ein median stehendes Staubgefäss von ihnen unterschiedenen Blüten als eine Nebenreihe derselben und bezeichnen sie als

paradimere Blüten.

[33] Am reinsten ausgebildet war diese Form in der obersten Knospe einer Ähre von Orchis latifolia L. aus der Gegend von Reinerz (II., 44—46). Von aussen waren fast nur die beiden seitlichen dunkelroten Kelchblätter sichtbar (c, c), zwischen denen unten der kurze, etwas gekrümmte Sporn (sp) heraustrat. Erst beim Auseinanderbiegen derselben kam hinten das bis auf einen schmalen Mittelstreifen von ihnen gedeckte obere Kronblatt (k′) zum Vorschein, das sich kappenförmig über das einzige mediane Staubgefäss wölbte, während die noch kleine und blasse Lippe der gewöhnlichen sonst schon ganz ähnlich war. Auch die beiden Öhrchen zu den Seiten des Staubbeutels, sowie der Schnabelfortsatz zwischen seinen Fächern waren ganz so ausgebildet wie bei den regelmässig dreizähligen Blüten; während aber der Pollenfortsatz des (von vorn gesehen) rechten Faches in seinem Beutelchen steckte, endete der andere unten frei über dem Eingang in den Sporn. Der gedrehte Fruchtknoten war der Zahl der Perigonblätter entsprechend zweiklappig.

[34] Ihr ähnlich ist eine Blüte, die Massalongo [2]) an einer Topfpflanze von Orchis maculata L. gefunden hat; nur ist bei dieser die Lippe ungleichseitig, indem der rechte Seitenlappen fehlt; über die Zahl der Fruchtblätter ist leider nichts angeführt; indes ist, da er nur das Perigon zweizählig nennt, die Dreizahl bei den Fruchtblättern nicht ausgeschlossen, wie sie den drei folgenden eigen ist.

[35] So waren bei der untersten Blüte einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br. von Reinerz die Kelchblätter schmal, fast lineal, etwas nach hinten eingerollt, wie das oft bei den gewöhnlichen Blüten stattfindet, das obere Kronblatt eiförmig, die Lippe dreilappig mit einem etwas kurzen, nur eben den Grund des Fruchtknotens erreichenden, walzlichen Sporn; das Staubgefäss mit seinen Öhrchen kräftig entwickelt. Von den drei Klappen des gedrehten Fruchtknotens lagen zwei etwas schräg unter den Kelchblättern, die dritte unter dem vorderen Kronblatt.

Auffallend oft war das Staubgefäss nicht regelmässig ausgebildet.

[36] Eine andere Blüte der Gymnadenia conopea R. Br. von Reinerz, ebenfalls die unterste einer Ähre (II., 47, 48) stimmte mit der vorigen fast ganz überein; denn dass die Kelchblätter (c, c) eiförmig und flach ausgebreitet sind und der wie gewöhnlich nach unten verjüngte Sporn anderthalb mal so lang als der Fruchtknoten (fk) ist, fällt nur wenig ins Gewicht. Dagegen ist vom Staubgefäss nur das eine Fach (A^1) regelmässig ausgebildet, das Mittelband aber zu einem etwas höheren, sehr breiten, zarten rosa Blättchen (sd) geworden, an das sich, das ähnlich verblattete zweite Fach durch eine seichte Furche nur undeutlich abgegrenzt an der andern Seite als eine etwas niedrigere Fortsetzung anschliesst — einer der bei den Orchideen nicht zahlreichen Fälle, in denen man die Verblattung eines Staubgefässes nicht nur nach dem Ort, wo sie auftritt, annimmt, sondern sie noch mit Sicherheit verfolgen kann. Auch hier hatte der äusserlich nicht ungewöhnliche Fruchtknoten drei undeutliche, ver-
[37] bogene Samenleisten. Faggioli [3]) hat dann mitten unter zahlreichen (18) abweichenden neben 64 regelmässigen Blüten einer Ähre derselben Art in Traso bei Genua eine gefunden, die statt des medianen Staubgefässes nur ein Staminodium besass, während dafür der rechte Saum des vorderen Petalums ein Antherenfach trug. Die Lippe war spornlos, der Fruchtknoten aber dreiklappig, eine

[1]) Penzig. Consid., p. 88, 89. — Dess. Pfl. terat. II. 328.
[2]) Massalongo. Note, p. 5, Tav. I., Fig. 1.
[3]) Faggioli. Casi terat. p. 518, fiore 21, Tav. XIX, Fig. 7.

Klappe, nach dem Grundriss zu schliessen, unter dem oberen Kronblatt, die beiden andern unter den Kelchblättern.

[38] Den Schluss der Reihe bildet endlich eine stattliche Blüte, ebenfalls von Gymnadenia conopea R. Br. von Schreiberhau (II. 49—51), bei der überhaupt kein Staubgefäss vorhanden ist. Es war die unterste einer reichblütigen gedrängten Ähre auf dickem Stengel, deren Blüten sonst alle wie gewöhnlich gestaltet waren, mit breiten, flachen, nicht wie so oft umgerollten paarigen Kelchblättern (c, c). So waren sie auch bei der untersten Blüte. Von ihnen ursprünglich jederseits zum dritten Teile etwa gedeckt ein zartes blassrosa Kronblatt (k^{11}), mit breitem dunkelrosa Mittelstreifen. Ihm gegenüber die nur schwach dreilappige Lippe (k^{1}) mit langem Sporn, in den sich reichlich Honig abgesondert hat. Hinter dem Eingang in den Sporn liegt aber nur ein niedriger, weisser, glänzender Querwulst (n), den man wohl nur als die Narbe ansehen kann; die obere Kante in der Mitte flach eingedrückt, aber überall so unverletzt glatt, dass weder von einem durch äussere Einflüsse zerstörten, noch von einem verkümmerten Staubgefässe auch nur eine Spur zu finden ist. Der gedrehte Fruchtknoten (50, fk; 51 fk) ist zweiklappig: wir haben also hier eine eingeschlechtige, rein weibliche paradimere Blüte vor uns.

[39] Vielleicht gehören hierher auch die sechs Blüten einer Ähre von Ophrys araneifera Huds., die O. Abel bei Wien gefunden hat. [1]) Er nimmt an, dass bei allen die inneren seitlichen Perigonblätter fehlen, was sehr unwahrscheinlich ist. Wäre dagegen das von ihm als das unpaare Kelchblatt betrachtete obere Blatt ein Kronblatt, so hätten die Blüten zwei quere Kelchblätter, oben ein medianes gewöhnliches Kronblatt, ihm gegenüber unten eine Lippe, und da in der Regel ein oberes medianes Staubgefäss vorhanden ist, würden die Blüten mit den oben beschriebenen von Orchis latifolia L. [33] und Gymnadenia conopea R. Br. [35] übereinstimmen. Das bei der untersten Blüte vorhandene zweite, wie die beiden seitlichen Staubgefässe in der folgenden sind vielleicht überzählige Kelchstaubgefässe. Dadurch würde sich namentlich die letzte Blüte den orthodimeren nähern und hätte an die Spitze unserer Reihe gestellt werden müssen. So lange wir aber nicht wissen, ob die Beschaffenheit des oberen Blattes seine Auffassung als Kronblatt zulässt, wir auch nicht genau über die gegenseitige Stellung und etwaige Deckung der Blütenteile, namentlich auch über Zahl und Stellung der Fruchtblätter unterrichtet sind, bleibt jede Deutung unsicher und die vielleicht ganz interessanten Blüten verlieren den grössten Teil ihres Wertes.

[40] Unterstützt wird die, von der des Verfassers abweichende Auffassung dieser Blüten durch die unterste, quer paradimere einer dreiblütigen Ähre derselben Ophrys-Art [2]), die Kreistierarzt Ruthe in Swinemünde im Topf gezogen hat. Sie ist den von Abel beschriebenen ganz ähnlich, das der Lippe gegenüberstehende Perigonblatt aber ein Kronblatt und selbst durch das Auftreten zweier überzähliger Staubgefässe erinnert sie an einige der Abel'schen Blüten. Abweichend ist nur die gewissermassen halbirte Lippe, deren eine Seite wie gewöhnlich ausgebildet ist, die andere dagegen nur als schmaler grüner Streifen, der in seinem ganzen Aussehen an eines der sonst seitlichen Kronblätter erinnert — eine der Unregelmässigkeiten, welche sich namentlich bei Topfpflanzen leicht einfinden.

III. Antidimere Blüten (II. 36).

In sehr viel grösserer Zahl sind auch bei den heimischen Orchideen median zweizählige oder antidimere Blüten mit zwei medianen Kelch- und zwei transversalen Kronblättern gefunden worden; die letzteren sind den paarigen der dreizähligen Blüten gleichgebildet, wie diese schräg nach oben gerichtet, so dass die Blütenhülle dadurch zweilippig oder zygomorph erscheint. Durch die verschiedene,

[1]) Abel. Monstr. b. Orch. S. 3, Fig. 2. 3.

[2]) Stenzel. Abweich. Orch. Blüten, S. 13.

man kann wohl sagen der vorigen entgegengesetzte Stellung der Perigonblätter stellen sie gewissermassen ein Gegenbild derselben dar und können als antidimere Blüten bezeichnet werden. Schon die grössere Häufigkeit ihres Vorkommens mag es erklären, dass sie auf so verschiedenen Stufen ihrer Ausbildung angetroffen worden sind, dass sich ihre Entstehung durch Umgestaltung der dreizähligen Blüte hat schrittweise verfolgen lassen.

Gehen wir von diesen aus, so ist der erste Schritt auf diesem Wege das

a. Schwinden der Lippe.

[41] An einer unter etwa zweitausend fast durchweg regelmässigen Blüten von Nigritella nigra Rchb. fil., die ich im Sommer 1898 aus der Schweiz erhielt (II. 52. 53), war der Fruchtknoten wie bei allen übrigen ungedreht, das unpaare Kelchblatt (c′) ein wenig breiter, als gewöhnlich, stand über dem Deckblatt (d), die beiden paarigen Kelchblätter (c″. c‴) und die paarigen Kronblätter (k″. k‴) seitlich; nur die, von den Kelchblättern ein wenig, aber deutlich, am Rande gedeckte Lippe, die sonst grösser ist, als jedes andere Perigonblatt, war hier eine ganz kleine, häutige Schuppe, an deren Grunde ein nur eben erkennbarer schwarzer Punkt die Stelle andeutete, an der sonst der kurze, sackförmige, hier ganz verkümmerte, Sporn sitzt. Erst beim Zurückbiegen der Perigonblätter kam das regelmässig ausgebildete Staubgefäss zum Vorschein, das seinen Rücken dem unpaaren Kelchblatt, die Antherenfächer der Lippe zuwendete. Der Fruchtknoten zeigte drei Samenleisten, von denen die nach der Lippe hin gewendete, wohl deren geringer Grösse entsprechend, schwächer ausgebildet war. Bis auf diese kleine Unregelmässigkeit war es also nur die Lippe, durch welche die Blüte von den übrigen abwich.

[42] Eine Verkümmerung der bei dieser Gattung sonst so mächtig entwickelten Lippe hat auch Wilms [1]) an einem Cypripedilum Calceolus L., das vermutlich aus Westfalen stammte, gefunden.

b. Lippe fehlt; paarige Kelchblätter frei.

Viel häufiger fehlt die Lippe ganz, ohne dass der Bau der Blüte im Uebrigen erheblich verändert wäre.

α. Drei Fruchtblätter.

[43] Dass die Lippe nicht durch äussere Einflüsse, etwa durch Insektenfrass, verloren gegangen, sondern gar nicht angelegt worden ist, lässt sich am überzeugendsten bei Goodyera repens R. Br. nachweisen. [2]) Hier ist an der gewöhnlichen Blüte (II. 54. 55.) der untere breite Teil der Lippe (k′) sackartig hohl und geht nach vorn in eine kleine, schnabelartig herabgekrümmte Spitze aus. Die beiden seitlichen, nach aussen fein behaarten Kelchblätter (c.″ c‴) sind nun, wo sie den sackartigen Grund der Lippe umschliessen, nach unten halbkreisförmig verbreitert, und fast halbkugelig hohl, nach vorn aber plötzlich in eine schmale Spitze zusammengezogen. Wo dagegen die Lippe fehlte (II. 56—58), waren die beiden seitlichen Kelchblätter bei der einen Blüte kaum merklich, bei der andern gar nicht einseitig nach unten verbreitert, sondern gleichförmig eilanzettlich und nur so flach gewölbt, wie das unpaare Kelchblatt (c′). Die übrigen Blütenteile wichen von denen der gewöhnlichen Blüten nicht ab, namentlich war der Fruchtknoten noch dreiklappig (II. 58).

[44] Nach dem gleichen Plane ist eine Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. gebaut, die Faggioli [3]) bei Traso unter vielen anderweitig abweichenden gefunden hat, (vgl. [37]), und auch die,

[1]) Wilms, Cyprip. S. 63. Hier heisst es nur: „Herr Medizinalassessor Dr. Wilms aus Münster sprach über Cypripedilum Calceolus mit verkümmertem Labellum." — In ders. Zeitschr. XXXIV. Jahrg. 1877, S. 62 bezeichnet W. die früher angeführte Abweichung eben so kurz nur als „Missbildung des Labellums".

[2]) Stenzel. Zweizähl. Orch. S. 90.

[3]) Faggioli. Casi terat. p. 517, Fig. 4.

von denen Masters [1]) nur ganz kurz angiebt: bei Orchideen fehle das Labellum nicht selten voll-
[45] ständig, häufig ohne dass (sonst) eine bemerkbare Aenderung eintrete; er habe zahlreiche derartige Exemplare von Listera ovata R. Br., von Ophrys apifera Huds. und O. araneifera Huds. gesehen.

[46] Nur durch das Vorhandensein aller drei, zu einem Säulchen verwachsenen Staubgefässe des äusseren Wirtels unterscheiden sich davon drei von den vier Blüten einer Ophrys fucifera Curt. (O. araneifera Huds.), die G. E. Smith [2]) bei Osprings gefunden hat (vgl. unten [67]).

Der von diesem herausgegebene: A. catalogue of rare or remarkable phaenogamous plants collected in South Kent, with descriptive notices and observations. London, Longman 1829. 8° XVI. 76 p., 5 tab. col. ist bei uns nicht leicht zu erlangen; ich führe daher die bezügliche Stelle, deren Mitteilung ich der ausgezeichneten Gefälligkeit des Herrn Seward an der Universität Cambridge verdanke, hier an: Bei Ophrys fucifera heisst es dort, (p. 55): „I will now briefly describe a very singular variety. The plant in habit and general character accorded (p. 56) with perfect specimens. The bractea was elongated as well as the seed-vessel. In place of a stigma and lip were three staminals, each complete, placed upon a triangular base, their anthers and beaks turned inwards.“ — Ich füge hier noch die sich daran anschliessende Beschreibung der vierten Blüte, deren paarige Kelchblätter mit einander verwachsen waren, hinzu, obgleich wir sie erst weiter unten [67] zu besprechen haben: „In one flower both petals occupied their usual station. Two of the three calyx leaves were combined, representing the lip, of which no trace was visible in any one of four flowers composing the spike. — The variety was gathered at Osprings, with three others remarkable only for the distortion and proliferous appearance of their flowers. See Plate IV. Fig. (16, 17)“.

β. Zwei Fruchtblätter.

Bei den übrigen von mir beobachteten Blüten zeigte sich das Fehlen der Lippe insofern als die erste Uebergangsstufe zu zweizähligen, als auch nur zwei Fruchtblätter da waren, was zugleich entschieden dafür spricht, dass das Ausfallen der Lippe auch hier nicht etwa einem nachträglichen Verlust derselben zuzuschreiben, sondern schon in der ursprünglichen Anlage begründet ist.

[47] So waren bei der kleinen, aber wohl ausgebildeten obersten Blüte einer Ähre der Platanthera bifolia Rchb. (II. 62—64) vom Herdenköppel bei Wölfelsgrund am Fusse des Glatzer Schneeberges die oberen drei Perigonblätter (c′, k″, k‴) denen der nicht seltenen Form mit kurzen stumpfen Blumenblättern ähnlich, aber so die seitlichen Kelchblätter (c″, c‴), die kaum merklich nach der Stelle der fehlenden Lippe hin zusammengerückt sind. Unter ihnen beiden aber liegt nur ein Fruchtblatt, wie unter dem unpaaren Kelchblatt (64, fk).

[48] Eine gleich gebaute kleine Blüte von Orchis mascula L. von der Urnitzmühle bei Wölfelsdorf war ebenfalls die oberste ihrer Ähre.

[49] Umgekehrt waren die vier, bei Gymnadenia conopea R. Br. in verschiedenen Gegenden beobachteten lippenlosen Blüten die untersten ihrer Ähren z. T. wenig kleiner, als die folgenden regelrechten. Bei ihnen zeigte sich aber ausser in dem zweiklappigen Fruchtknoten die Annäherung an die zweizähligen Blüten noch darin, dass die paarigen Kelchblätter nicht wie gewöhnlich in Folge der breiten Entwickelung der Lippe fast in einem gestreckten Winkel, sondern wie bei ihrer ersten Anlage nur etwa um 120° von einander abstanden, öfter aber nach unten noch näher zusammenrückten, wie das die schöne, unterste Blüte von einer Hutweide unweit des Csorba-Sees in der Tatra sowohl von vorn (III. 67) wie noch mehr in die Augen fallend von der Seite (III. 68) zeigte. Auf eine eben so schöne Blüte

1) Masters. Pfl. ter. S. 454. Ich habe hier nur die einheimischen Arten angeführt.

2) Smith. Catalogue.

gehen wir erst später [359] aus Anlass ihrer verblatteten Narbenlappen (VI. 167, 168) näher ein. Man hat dies auffallende Fehlen der Lippe, wie in anderen Fällen das von paarigen Perigonblättern, mit dem öfter damit zusammentreffenden Verwachsen der darunter stehenden Kelchblätter in Beziehung gebracht, ja man hat in diesem wohl selbst den Grund dafür erblickt, indem dadurch auf die innern Perigonblätter ein Druck ausgeübt oder ihnen der Raum für ihre Entfaltung weggenommen worden sei. Die zahlreichen Beispiele, allein von einheimischen Orchideen, in denen die Lippe fehlt, ohne Verwachsung der paarigen Kelchblätter, und ohne dass man einsehen könnte, weshalb hier das eine dort das andere Verhalten eintritt, entziehen, wie ich glaube, jener Annahme ihren Boden. Dazu kommt noch, dass da, wo die paarigen Kelchblätter regelmässig verwachsen, wie bei den Cypripedileen, die Lippe sich nicht nur in die Breite, sondern auch in die Tiefe mächtiger ausbildet, wie bei den andern Orchideen. Bei diesen könnte man eher meinen, das Fehlschlagen der Lippe ziehe die Annäherung, zuletzt die Verwachsung der paarigen Kelchblätter nach sich, ein Vorgang, den wir bei mehreren Arten durch verschiedene Stufen verfolgen können.

c. Lippe fehlt; paarige Kelchblätter verwachsen.

Am ausgeprägtesten ist bei denjenigen Arten die noch unvollständige Verwachsung der paarigen
[50] Kelchblätter zu erkennen, bei denen diese lang zugespitzt sind, wie bei Orchis mascula L. Hier war bei einer Blüte (III. 86—88) sogar noch eine Spur der Lippe zu finden. Es war die unterste, ziemlich grosse Blüte einer Ähre von Wölfelsgrund, im Winkel eines roten, häutigen, etwas zurückgeschlagenen Deckblatts (III. 86. d) mit dunkelrothen medianen Kelchblättern (c) und zwei etwas helleren seitlichen, aber deutlich schräg nach oben gerichteten Kronblättern (k″. k‴), was auch von vorn gesehen noch hervortritt, wenn man sie auch, wie (III. 85), um die inneren Teile deutlicher sehen zu können, etwas auseinanderbiegt. Noch schärfer spricht sich der zweilippige Charakter der Blüte in den, an die Stelle der Lippe getretenen, bis nah an die Spitze mit einander verwachsenen paarigen Kelchblättern (c″, c‴) aus. Zwei stärkere Rippen durchlaufen das von ihnen gebildete, kahnförmig gewölbte Blatt, um zuletzt in je einer der freien Spitzen zu enden. Unter dem ihnen gegenüberstehenden medianen Staubgefäss, dem Beutelchen mit dem Schnabelfortsatz, liegt, von einer zarten rothen Linie begrenzt, die Narbenfläche in einem hohlen Raume, der nach vorn von einer grünen, becherförmigen Erhebung umzogen wird, die man wohl nur für einen unscheinbaren Rest der Lippe halten kann (85, 87, 88 z). Der Anlage nach wären dann hier alle sechs Perigonblätter vorhanden; ihrer sehr ungleichen Ausbildung entsprechend hat der Fruchtknoten aber nur zwei Klappen, eine unter dem unparen Kelchblatt, eine unter den mit einander verwachsenen paarigen (88 fk).

[51] Eine dieser ganz ähnliche Blüte war ebenfalls die unterste der Ähre, hatte aber keine Spur der becherförmigen Erhebung um die Narbenfläche, ihr fehlte, wie den folgenden, die Lippe ganz.

[52] Nur zweimal habe ich bei Orchis mascula L. bei den obersten Blüten die Spitzen der paarigen Kelchblätter noch getrennt gefunden. Beide Blüten waren noch etwas kleiner als die vorhergehenden, ihr Fruchtknoten dünn, fast fadenförmig, bei der einen noch erkennbar gedreht, zweiklappig, bei der andern aber nicht mehr merklich gedreht, und wenn auch mit einer kleinen, spaltenförmigen
[53] Höhlung, doch ohne Ovula. Umgekehrt habe ich bei dieser Art nur einmal die unterste Blüte durchgebildet antidimer gefunden, mit so völlig verwachsenen unteren Kelchblättern, dass statt ihrer ein
(54) einfaches Blatt mit einer Spitze da war; während zehn so ausgebildete Blüten die oberste Stelle einnahmen, und zwar ohne, dass in der Regel zwischen ihnen und den nächst unteren Blüten z. B. (III. 89 zwischen der obersten dreizähligen Blüte A und der antidimeren Blüte B), auch nur eine Spur der Fortsetzung des Stengels aufzufinden gewesen wäre. Die letzteren Blüten waren alle klein, viel kleiner als die unteren und mittleren derselben Pflanze, immer noch merklich, aber doch viel weniger, hinter den ihnen zunächst vorausgehenden zurückstehend, namentlich wenn man beachtet, dass ihnen

das bei weitem grösste Perigonblatt, die breite Lippe mit ihrem dicken Sporn fehlt. (III. 89 A mit k', sp vergl. mit B). Besonders schlank, oft fast nur fadenförmig war der, ausser bei der einen, sehr kleinen Blüte, innen noch gedrehte zweiklappige Fruchtknoten; alles Uebrige noch unverkennbar zweilippig. Nicht allein war, wie in den gewöhnlichen Blüten, nur ein medianes Staubgefäss da (III. 89. B, s), auch das obere Kelchblatt war flacher gewölbt, als das untere, oft tief kahnförmige, ähnlich III. 86, aber mit einfacher Spitze und die beiden inneren Perigonblätter, schräg nach oben gerichtet, deckten sich mit ihren nach innen gebogenen Spitzen kappenförmig über dem Staubgefäss.

Nicht so in's Auge fallend sind die Uebergangsstufen zur ausgebildet antidimeren Blüte bei Gymnadenia conopea R. Br., weil die Kelchblätter hier nicht in lange Spitzen vorgezogen, sondern breiter, am Ende stumpf oder selbst abgerundet sind. Dafür liess sich bei dieser Art einmal das [55] stufenweise Fortschreiten der Umbildung an einer und derselben Pflanze verfolgen. Schon oben erwähnten wir, dass in einer zierlichen, lockerblütigen Ähre von einem grasigen Wegrande unweit Maria-Schnee die unterste Blüte, ganz ähnlich der [49] vom Csorba-See (III. 67, 68), einen zweiklappigen Fruchtknoten hatte und von den übrigen Blütenteilen nur die Lippe mit dem Sporn fehlte. [56] Bei der zweiten Blüte (III. 69) waren die beiden vorher nur genäherten paarigen Kelchblätter (c'', c''') in mehr als $^3/_4$ ihrer Länge zu einem zweilappigen Blättchen verwachsen, das ausserdem durch eine mittlere Längsfurche auf der Unterseite seine Entstehung aus zwei Teilen andeutete. Die beiden paarigen Kronblätter (k'', k''') waren noch stärker, als bei der untersten Blüte, gewölbt und liessen vorn ein so kleines Fenster frei, dass man durch dasselbe nur noch den oberen Teil des Staubgefässes sehen konnte. Von den zwei Fruchtblättern stand eins unter dem unpaaren Kelchblatt, eins unter den beiden verwachsenen: die folgenden Blüten waren gewöhnliche dreizählige.

[57] Ihr ähnlich, nur noch mehr geschlossen, so dass das Staubgefäss von aussen gar nicht sichtbar, eine Befruchtung der Ovula daher sehr erschwert war, war eine sehr kleine, eine der zwei einzigen [58] antidimeren, die ich bei Gymnadenia am oberen Ende des Stengels gefunden habe; die andere, etwas grössere wie gewöhnlich, die unterste einer langen Ähre; bei beiden das untere Kelchblatt vorn [59] nur noch mit einem schmalen Einschnitt. Freier ausgestaltet war eine unterste Blüte von Spindelmühl — im böhmischen Riesengebirge (III. 70, 71). Die beinahe bis vorn verwachsenen paarigen Kelchblätter (c'', c''') lassen sich doch noch an einem, von dem vorderen Einschnitt sich bis gegen den Grund hinziehenden feinen Kielstreifen erkennen. Die stark gewölbten Kronblätter treten doch vorn so weit auseinander, dass das Staubgefäss frei daliegt. Der gegen das Deckblatt abgeflachte, sonst stumpf-dreikantige Fruchtknoten hat nur zwei seitliche Samenleisten, also zwei mediane, sehr ungleiche Fruchtblätter.

[60] Dann bleibt am Vorderrande des unteren Kelchblatts (c'', c''') nur noch eine so schwache Ausrundung übrig (III. 72), dass wir fast mehr aus seiner auffallenden Breite und den schwachen zwei Hauptrippen auf seine Zusammensetzung schliessen, während die schmalen, straff aufgerichteten anderen drei Perigonblätter über dem Staubgefäss zusammentreffen.

An diese schliesst sich die Reihe der durchgebildet antidimeren Blüten von Gymnadenia conopea R. Br. mit zwei ganz einfachen medianen Kelchblättern an: zunächst die mit fast rechteckigem [61] unteren Kelchblatt (III. 73, 74, c), dessen breit abgestutzter Vorderrand immerhin noch an die letzten Stufen der Verwachsung der beiden paarigen Kelchblätter erinnert, namentlich wenn das Blatt gerade von vorn betrachtet wird (73, c); denn seine Ränder sind etwas nach hinten umgerollt (74, c); flach ausgebreitet würde es einen mehr eiförmigen Umriss zeigen.

[62] Noch etwas stärker zurückgerollt waren beide Ränder bei zwei anderen untersten, wie bei einer [63] sehr kleinen obersten Blüte, der einzigen an dieser Stelle beobachteten dieser Art; bei einer vierten, der untersten einer lockeren Ähre, war es noch länger und $^1/_2$ mal schraubenförmig gedreht, wie es so

[64] oft die einzigen paarigen Kelchblätter unserer Gymnadenia sind, denen es auch darin näher kam, dass es nach dem Ende zu mehr verschmälert war.

[65] Die vollkommenste Ausbildung dieser Form, die in nichts mehr an ihre Herkunft aus der dreizähligen Blüte erinnert, zeigen endlich die Blüten mit eiförmigem, nach vorn spitz zulaufenden unteren Kelchblatt (III. 75, c); doch ist dies so viel breiter als das obere, und die zwei Kronblätter sind so auffallend in die Höhe gerichtet, dass man auch diese Blüten zu den zweilippigen rechnen muss.

[66] Nicht so sicher ist dies bei den sieben ähnlichen Blüten, wie es scheint mit verkümmerten Fruchtknoten, die Faggioli [1]) in der schon oben erwähnten Blütenähre gefunden hat, da er nur das untere Kelchblatt etwas fleischiger und grösser nennt, als gewöhnlich. Über die Richtung der Kronblätter ist nichts Näheres angegeben.

[67] Mit Gewissheit glaube ich aber die von G. E. Smith [2]) schon vor sechsig Jahren beschriebene und pl. 4, Fig. 16—17 (Fig. 16 wiedergegeben in unserer Fig. 84 auf Taf. III) abgebildete Blüte von Ophrys fucifera Curt. (O. araneifera Huds.) hierher ziehen zu dürfen. Denn sie stimmt mit den Uebergangsformen, bei denen die Lippe fehlt und die zwei paarigen Kelchblätter hoch hinauf verwachsen sind, z. B. [56], (III. 69) von Gymnadenia conopea R. Br. und Orchis mascula L. [50], (III. 85) in allen wesentlichen Stücken überein. Dass bei ihr drei Staubgefässe ausgebildet sind, thut dem keinen Eintrag, das Zusammenvorkommen mit drei Blüten, denen nur die Lippe fehlte, unterstützt dagegen diese Annahme; leider ist nicht angegeben, die wievielte von oben oder von unten den Uebergang von ihnen in die zweizählige Blüte machte. Diese aber war noch deutlich zweilippig, nicht nur wegen der Verschiedenheit des unteren Kelchblatts vom oberen, sondern auch deswegen, weil die Kronblätter nach Smith's Angabe ihre gewohnte Stelle einnahmen und, wie wir aus seiner Zeichnung ersehen, ihre Richtung schräg nach oben unverändert beibehalten haben.

Wenn Reihen von Zwischenstufen, wie die beschriebenen, uns Aufschluss über die Beziehung zwischen den dreizähligen und den antidimeren Blüten gegeben haben, so werden wir solche auch da annehmen dürfen, wo bisher nur einzelne dieser Stufen gefunden worden sind.

[68] So haben wir oben angeführt, [43] dass bei Goodyera repens R. Br. Blüten vorkommen, die sich von den gewöhnlichen nur durch das Fehlen der Lippe unterscheiden. Kennen wir nun bei dieser Art bis jetzt keine solchen, bei denen zugleich die paarigen Kelchblätter erst teilweise verwachsen sind, so können wir doch das mediane untere Kelchblatt zweizähliger Blüten als aus einer solchen Verschmelzung hervorgegangen und diese selbst als antidimere betrachten. Drei solche Blüten (II. 59—61) alle Endblüten ihrer Ähren, waren erheblich kleiner, als die übrigen. Der Fruchtknoten ist schon bei den regelmässigen Blüten oft nur schwach gedreht, die Wendung der Blüte wird dann entweder durch eine Drehung des sehr kurzen Stiels ergänzt, oder sie bleibt unvollständig, so dass das unpaare Kelchblatt wie bei der lippenlosen Blüte (II. 56, 57) mit fast gradem Fruchtknoten nach der Seite gewendet ist. So standen auch bei den zweizähligen Blüten die medianen Kelchblätter schräg über ihrem Deckblatt. Sie waren von einander nicht verschieden (II. 60), derber als die Kronblätter und aussen fein behaart. Von vorn gesehen (59) war das obere Kelchblatt von beiden ihm eng anliegenden Kronblättern (k'', k''') ganz oder bis auf eine kaum erkennbare Spitze (59, c') verdeckt. Diese sehr zarten Blättchen neigen, wie in der regelmässigen Blüte nach oben, so zusammen, dass ihre einander zugekehrten Ränder sich in einer senkrechten graden Linie der ganzen Länge nach berühren, während ihre nach der andern Seite liegenden Ränder stark nach aussen gebogen sind, so dass sie über die des oberen Kelchblatts in einem breiten Streifen vortreten (k'', k'''). Durch diese ungleichseitige Ausbildung der Kronblätter und durch

[1]) Faggioli. Casi teratol. p. 517 f, fig. 5 . . . „Sepalo inferiore alquanto più carnoso e con lembo maggiore del consueto. Formola fiorale: 2 S + 2 P, A + 2 a . a sind die Staminodien. Ueber den Fruchtknoten fehlt jede Angabe; in der Figur ist der Raum leer. — Vergl. [44].

[2]) Smith, G. E. Catalogue

ihre aufrechte Stellung gewinnen diese Blüten, trotz der Aehnlichkeit der beiden Kelch- wie der beiden Kronblätter unter einander einen ausgeprägt zweilippigen Charakter.

[69] Auch von Platanthera bifolia Rchb. kennen wir, wie oben angeführt ist, eine Blüte, der die Lippe fehlt [47], ausserdem aber nur vollständig zweizählige Blüten. Die erste dieser letzteren, die ich als die unterste einer Ähre am Herdenköppel in Wölfelsgrund fand, ist auch die einzige unterste geblieben. Sie erschien schon durch das Fehlen der Lippe mit dem langen Sporn kleiner, als die folgenden, war aber auch sonst auffallend genug von ihnen verschieden, sowohl durch die Breite des querovalen oberen Kelchblatts (III. 65, c'), wie des abgerundet rautenförmigen unteren (c), das an die Stelle der schmalen linealischen Lippe getreten war. Vorn abgestutzt, aber doch kaum etwas eingedrückt, machte es ganz den Eindruck eines einfachen, heruntergeschlagenen Blattes. Die beiden seitlichen Kronblätter waren dagegen wie gewöhnlich gestaltet, aufgerichtet, neigten sich aber nicht so weit gegen einander, um über dem Staubgefäss zusammen zu stossen, wie es in den dreizähligen Blüten nicht immer, aber doch gewöhnlich statt findet. Dieses wie der zweiklappige Fruchtknoten stimmten mit denen anderer antidimerer Blüten überein.

[70] Die übrigen — es waren unter etwa zwei tausend durchgesehenen Blüten nur fünf — waren oberste Blüten; und wie solche es gewöhnlich sind, kleiner als die übrigen, in ihrem Bau aber von der oben beschriebenen nicht wesentlich abweichend (III. 66), nur die beiden Kronblätter über dem Staubgefäss sich berührend, das untere Kelchblatt am Ende nicht abgestutzt, sondern kurz abgerundet.

Selbst abgesehen davon, dass in allen diesen Blüten nur ein oberes medianes Staubgefäss vorhanden ist, spricht sich auch in der Blütenhülle der zweilippige Bau unverkennbar darin aus, dass die beiden Kronblätter dem oberen Kelchblatt genähert und dem entsprechend etwas ungleichseitig waren, immerhin bei ihr beides weniger ausgeprägt, als bei Goodyera, und sie nähert sich daher der pelorischen Blütenform mehr als diese.

[71] Das ist ähnlich bei den zweizähligen Blüten von Orchis latifolia L., den ersten, die an einer einheimischen Orchidee beobachtet und zugleich von Röper [1]) so gründlich beschrieben worden sind, dass man nur bedauern kann, dass so viele spätere Beobachter seinem Beispiele darin nicht gefolgt sind. „Bei Orchis latifolia, berichtet er, fand ich häufig die oberste der zur Entwickelung gelangenden Blumen einer Traube (Endblüten sah ich nie) bis auf das Androeceum durchweg zweigliedrig. Dann war das Labellum gleichförmig dunkelrot, ungefleckt und ungespornt, nur mit einem seichten Grübchen versehen. Dem Labellum diametral gegenüber und durch die bekannte Drehung des Ovarium nach oben gerichtet stand ein zweiter Perigonialzipfel, dem mittleren der gewöhnlichen bis auf seine bedeutende Breite ziemlich ähnlich. Mit diesen beiden äusseren Zipfeln (von denen der als Labellum bezeichnete diesen Namen nur in Beziehung auf Richtung und Funktion verdiente, keineswegs aber in Beziehung auf seine Insertion) alternirten, rechts und links stehend, zwei innere, in Farbe und Gestalt den normalen zwei innern, durch Drehung oberen Perigonzipfeln ganz ähnlich. Vor dem oberen äusseren Perigonzipfel stand ein durchaus normalgestaltetes Stamen. Die beiden Placentä der Frucht standen rechts und links, folglich fiel ein Karpell gegen die Braktee, das andere gegen den gemeinschaftlichen Blütenstiel."

Solche Blüten scheinen seitdem nicht wieder untersucht worden zu sein. Ich selbst habe aber eine Anzahl derselben gefunden, die, wie die Röper's, sämtlich die oberste Stelle einnahmen und mit dessen Beschreibung übereinstimmten; wir dürfen daher wohl annehmen, dass auch die von diesem beobachteten antidimer mit medianen Kelchblättern waren. Das äussere Perigonblatt, das er, wenn auch nur in gewissen Beziehungen als Labellum bezeichnete, deuten wir nach dem oben erörterten als das

[1]) Röper. Norm. u. Abn. S. 427.

untere Kelchblatt und können nun an unsern Blüten zeigen, dass auch ihr Perigon nicht ringsgleich, sondern zweilippig ausgebildet ist und sich nur zuweilen der pelorischen Ausbildung annähert.

[72] So setzte bei einer noch ziemlich grossen Blüte aus der Umgegend von Breslau (IV. 99—101) das kahnförmg gewölbte, am Ende kappenförmig eingezogene, obere Kelchblatt (100, c') die Richtung des zweiklappigen, stark gedrehten Fruchtknotens fort, und bildete mit den beiden, sich noch an dasselbe anlehnenden, oben über das Staubgefäss sich herüberwölbenden zwei Kronblättern (k'', k''') eine helmartige Oberlippe, von der das untere Kelchblatt (c'') weit herabgebogen war. Dieses, am Grunde sackartig hohl, machte dadurch von der Seite gesehen den Eindruck, als wäre es im Begriff, einen Sporn zu bilden, wie eine Lippe. Von vorn dagegen (99, c) liess die Breite der Vertiefung sie viel flacher erscheinen und nach vorn ganz allmählig in die seichte muldenförmige Aushöhlung übergehen, die in [73] eine etwas aufgebogene, einfache Spitze endet. Bei den andern sonst ähnlichen Blüten war das untere Kelchblatt weniger gewölbt, auch wohl ganz flach und dadurch dem oberen zwar nicht gleich aber doch so ähnlich, dass die Blüte fast nur noch dadurch zweilippig erscheint, dass es noch weit schärfer, als in den vorher beschriebenen (IV. 100), nach dem Fruchtknoten hin zurückgeschlagen ist. Die Blüte war aber nie aufrecht, sondern stand auf dem gekrümmten Fruchtknoten nahezu wagerecht. Wo daher die kleinen Blüten sich spät, öfter, wie es scheint, überhaupt nur wenig öffnen und ihre Teile die Knospenlage annähernd beibehalten (IV. 102), nähern sie sich vom Staubgefäss abgesehen dimeren Pelorien, denen sie doch eigentlich nur wegen ihrer unvollendeten Ausbildung ähnlicher sehen als die vorhergehenden.

[74] Wirklich auf der Grenze steht die von Penzig [1]) beschriebene zweizählige Blüte, die unterste einer Ähre von Ophrys arachnites (O. fuciflora Reichenb.), auf die wir später bei den annähernd pelorischen Blüten zurückkommen. [311] Wir müssen hier noch einige

Unbestimmt dimere Blüten

[75] kurz anschliessen. Ob die von Wydler [2]) gesehene „durchweg dimerische Blüte“ von Neottia nidus avis Rich. eine zygomorphe Blüte mit transversalem Sepalis gewesen ist, wie Penzig [3]) annimmt, oder, wie mir wahrscheinlicher ist, eine mit zwei medianen Kelchblättern, wie sie bei unseren Orchideen überwiegend häufig vorkommen, wird sich bei der gänzlich unzureichenden Angabe Wydler's schwerlich noch entscheiden, höchstens durch Beobachtung einer Anzahl weiterer Fälle wahrscheinlich machen lassen.

[76] Dasselbe gilt von der an derselben Stelle angeführten „durchweg dimerischen Blüte“ von Ophrys myodes Jacq.

Vereinzelte Vorkommnisse.

Ehe wir die weiter fortschreitende Vereinfachung der Blüten verfolgen, sei es gestattet, hier ein paar vereinzelte Vorkommnisse einzuschalten, die zwar an sich nur von geringerem Interesse sind, doch ein grösseres gewinnen können, wenn sie einmal mit weiteren Beobachtungen in Zusammenhang gebracht werden.

Dahin rechnen wir Blüten, die dadurch vereinfacht werden, dass paarige Kronblätter fehlschlagen. [77] Ein solches fehlte an zwei Blüten mitten unter regelmässigen aus verschiedenen Ährenköpfchen der Orchis globosa L. von Reinerz, ohne dass ein Anzeichen dafür aufzufinden war, dass es durch äussere Einflüsse verloren gegangen wäre.

[1]) Penzig. Note teratol. p. 5; Tav. IV, Fig. 6.
[2]) Wydler. Morphol. Mitt. S. 30.
[3]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 355 und 327.

[78] Eben solche Blüten hat Faggioli [1]) bei Anacamptis pyramidalis. Rich. von Carpeneto [79] d'Acqui beobachtet und Masters [2]) bemerkt, Moggridge habe ihm über Blüten von Ophrys araneifera Huds. berichtet, in denen die Petalen fehlten, entweder eins oder beide [3]); das letztere scheint in noch einigermassen regelmässigen Blüten, in denen die Lippe vorhanden ist, sonst kaum vorgekommen zu sein.

[80] Auch die Annahme von Penzig, dass Clos, tératologie taxinomique p. 20, bei Orchis fusca. Jacq. Blüten mit stark entwickeltem Labellum gefunden habe, in denen die paarigen Petale fehlten, kann sich wohl nur auf die Stelle beziehen: „l'Orchis fusca perdant les deux lobes latéraux du labelle, en même temps que le lobe médian prenait un accroissement remarquable". — Dass ich die sechs Blüten einer Ähre von Ophrys araneifera, bei denen allen nach Abel die paarigen Kronblätter fehlen, glaube anders auffassen zu müssen, habe ich schon oben [39] angedeutet.

[81] Zugleich mit der Lippe fehlte dagegen ein paariges Kronblatt in einer mittelgrossen Blüte der Gymnadenia conopea R. Br., deren Perigon daher ausser einem der paarigen Kronblätter nur aus drei gleichmässig verteilten Kelchblättern bestand, unter deren obersten ein gewöhnliches Staubgefäss stand. Dass aber die zwei fehlenden Perigonblätter nicht durch einen Zufall verloren gegangen waren, konnte man daraus schliessen, dass der gedrehte Fruchtknoten zwar hohl war, aber nur im unteren Teil, und auch hier nur eine Samenleiste mit zahlreichen Ovulis enthielt. Auch sprach dafür, dass unter dieser Blüte nur eine noch einfachere stand, von der sie zu den folgenden dreizähligen den Uebergang macht.

[82] Endlich hat Faggioli [4]) an der schon vorhin erwähnten Pflanze von Anacamptis pyramidalis Rich. eine Anzahl von Blüten, mit oder ohne Lippe, mit einem oder zwei paarigen, mit Staubgefässen verwachsenen Kronblättern oder ganz ohne solche und mit mehr oder weniger regellos verteilten Staubgefässen beschrieben, die kaum etwas dazu beitragen können, uns einen Blick in das Wirken der blütenbildenden Kräfte thun zu lassen, so dass wir davon absehen können, sie hier einzeln aufzuzählen.

B. Zweiblättrige Blüten.

Knüpfen wir nun wieder an die oben beschriebenen zweizähligen Blüten an, und verfolgen die fortschreitende Vereinfachung derselben weiter, so treffen wir auf der nächsten Stufe auf solche, die im Wesentlichen nur zwei und zwar median gestellte Perigonblätter haben, ausserdem aber durch das Schwinden des Staubgefässes und die allmähliche Verkümmerung des Stempels ein besonderes Interesse beanspruchen.

α. Einzählige Blüten.

Von den zwei Perigonblättern umfasst das grössere äussere, das an der Stelle steht, die in der zweizähligen Blüte, das aus den paarigen Kelchblättern der dreizähligen Blüte entstandene Kelchblatt einnimmt, das kleinere innere, ihm gerade gegenüberstehende, so dass man meinen könnte, in dem ersten ein Kelchblatt, im zweiten, inneren, ein Kronblatt und daher eine Blüte mit einzähligem Perigon vor sich zu haben, wie sie auch Prillieux [5]) bei zwei Blüten von Epidendron Stamfordianum

[1]) Faggioli. Casi teratol. p. 522; Fig. 14 (diagr.).
[2]) Masters. Pfl. ter. S. 455
[3]) Nur so kann ich die Angabe von Masters verstehen.
[4]) Faggioli. Casi teratol. p. 523, 524.
[5]) Prillieux. Note p. 151.

angenommen hat, bei denen das äussere ein Kelchblatt, das innere eine Lippe war; und Magnus [1]) bei Trichopilia tortilis Ldl. Ob bei der letzteren auch die Beschaffenheit des inneren Perigonblattes dafür spricht, es als Kronblatt zu deuten, ist aus der Darstellung nicht ersichtlich; der Umstand, dass es am Grunde von dem andern umfasst wird, allein würde das, glaube ich, noch nicht beweisen. Bei den einheimischen Orchideen wenigstens macht ein Vergleich verschiedener Umbildungsstufen wahrscheinlich, dass auch das innere Perigonblatt als Kelchblatt aufzufassen ist.

β. Zwei Kelchblätter als Perigon.

[83] Die unterste Blüte einer Ähre von Orchis mascula L. (III. 90) stimmte in ihrem ganzen Aussehen so sehr mit der oben beschriebenen [50] überein, dass wohl kein Zweifel daran ist, dass, wie bei dieser, das untere, breitere und tiefer gewölbte Kelchblatt aus der beinahe vollständigen Verwachsung der zwei paarigen Kelchblätter (c″, c‴) einer gewöhnlichen Blüte entstanden ist, das obere kürzere und flachere aber dem unpaaren Kelchblatt (c′) einer solchen entspricht. Damit stimmt es auch überein, dass das grosse Staubgefäss (s), das wir deshalb dem äusseren Kreise zurechnen, dem oberen Kelchblatt seinen Rücken, dem unteren seine Vorderseite zuwendet. Rechts und links von ihm stehen nun, von den beiden Kelchblättern breit umfasst und mit ihnen gekreuzt, zwei winzige, blasse, rautenförmige Blättchen (k″, k‴), die wir nur für die kümmerlich ausgebildeten paarigen Kronblätter halten können, um so mehr, als diese auch an den folgenden dreizähligen Blüten derselben Ähre auffallend klein, vor dem Staubbeutel übereinandergeschlagen und nur hell rosa gefärbt waren. Der wie gewöhnlich gedrehte Fruchtknoten enthält im Grunde drei, im oberen Teile zwei Samenleisten, so dass wir immer noch eine antidimere Blüte mit medianen Kelchblättern vor uns haben. Schwinden nur noch die winzigen Kronblätter, so kann gleichwohl die Blüte der eben betrachteten noch so ähnlich sein, dass man kaum daran denken wird, die beiden nun allein vorhandenen Perigonblätter für etwas anderes als für zwei Kelchblätter zu erklären.

[84] So umfasste bei einer etwas unterhalb der übrigen stehenden Blüte von Orchis mascula L. (III. 91) das untere, dunkelrote, zweispitzige, tief kahnförmige Blatt (c″, c‴), ganz wie bei der vorigen Blüte ein oberes, etwas kürzeres, so, dass von diesem nur die rote Rückenlinie (c′) mit zwei schmalen rot punktirten Streifen rechts und links sichtbar war, während seine erst beim Auseinanderbiegen zum Vorschein kommenden Seiten (III. 92 c′), blassgrünlich waren. Von Kronblättern und Staubgefäss war keine Spur zu entdecken; nur eine niedrige weisse Säule (III. 93 g), am Ende durch eine glänzende, mit feinem rotem Saum umzogene Fläche, gleich der Narbe der gewöhnlichen Blüten, begrenzt. Dies ist unstreitig der Griffel. In dem stark gekrümmten Fruchtknoten ist nur an der hohlen Seite ein kurzer Spalt mit einer undeutlichen Samenleiste und Andeutungen von Ovulis vorhanden. Dies Alles liesse sich aus einer Vereinfachung der vorigen Blüte erklären, wenn der Fruchtknoten wie bei dieser gedreht wäre. Nun könnte die Umwendung der Blüte, durch welche das ursprünglich untere unpaare Kelchblatt (c′), nach oben, die hier bis auf die freien Spitzen verwachsenen paarigen (c″, c‴), nach unten zu liegen kommen, ausser durch eine Drehung des Fruchtknotens, auch durch eine Zurückkrümmung desselben in der Richtung der Axe, zu stande kommen, wie es bei den obersten, das Axenende überragenden Blüten auch zuweilen ganz ungehindert geschieht: die tiefer stehenden aber müssen sich dabei neben der Axe vorbeidrängen, was ebenfalls hin und wieder stattfindet, wobei öfter durch eine teilweise Drehung des Fruchtknotens die Blüte nur schräg nach hinten gerichtet ist. Das war hier nicht in dem Grade der Fall, wie man hätte erwarten müssen, und es bleibt immer noch wahrscheinlicher, dass der Fruchtknoten gedreht ist, auch wenn man bei seiner drehrunden Gestalt und

[1]) Magnus. Zwei Orch.: Sitzungsber. S. 35.

dem Mangel an vorspringenden Rippen oder Kanten äusserlich davon nichts wahrnehmen kann. Hier ist noch eine Lücke, die hoffentlich durch die genaue Beobachtung weiterer Funde ausgefüllt werden wird.

[85] Mit mehr Zuversicht können wir eine Blüte derselben Art deuten (III. 94), die mitten unter grossen regelmässigen und einzelnen ganz zurückgebliebenen in einer stattlichen Ähre vom Hummel bei Reinerz stand. Der ungedrehte, dünne, drehrunde Fruchtknoten, aussen mit zahlreichen roten Längsstrichen, innen dicht, ohne jede Spur einer Höhlung für Samenleisten und Ovula kann eigentlich überhaupt nicht mehr als Fruchtknoten betrachtet werden; wegen seiner engen Beziehung zu einem solchen können wir ihn höchstens als Stiel-Fruchtknoten bezeichnen, wie er uns bei vereinfachten Blüten noch vielfach begegnen wird. Da er nicht gedreht und nur schwach nach der Axe hin gekrümmt war, können wir an den zwei Blättchen, die er trug, das grössere, nach dieser hin liegende (c) wohl nur als gleichwertig mit dem in zweiblättrigen Blüten, wie [83] (III. 90) oder [84] (III. 91, 92), unteren zweispitzigen Blatte betrachten, nur dass hier die Verwachsung der paarigen Kelchblätter in eins so vollständig ist, dass dieses in eine einfache Spitze ausgeht. Denn sonst ist es, wie jenes Doppelblatt, tief kahnförmig gewölbt, rosa mit vielen dunkelroten Flecken, meist Längsstrichen, mit stark einwärts gekrümmter Spitze. Am Grunde über die Ränder des kleineren, sonst ähnlich gestalteten Blattes (c'), kaum hinüber greifend, umfasste es dieses weiterhin bis auf einen schmalen, dunkelrot gefleckten Rückenstreif, während die ursprünglich von ihm gedeckten Seiten blass, fast weiss waren. Von Kronblättern, Staubgefäss, Griffel und Narbe ist nichts mehr vorhanden.

[86] Vergleichen wir damit die merkwürdig langgestielte oberste Blüte (IV. 95) einer reichblütigen Ähre, die nur zwei Blätter zeigt, ein dunkelrotes längeres, tief kahnförmiges und ein von diesem, namentlich an der einen Seite deutlich umfasstes kürzeres und etwas heller rotes, so muss man das erste (c) dem äusseren, aus den verwachsenen paarigen Kelchblättern der regelmässigen Blüte entstandenen, das innere (c') dem unpaaren Kelchblatt derselben gleichstellen. Biegt man aber das letztere zurück, so sieht man ihm gegenüber ein gut ausgebildetes Staubgefäss, am Grunde mit dem Beutelchen, indem die Stiele der beiden Staubbeutelfächer stecken, doch ohne Schnabelfortsatz und Narbenfläche, was dem Fehlen eines Fruchtknotens entspricht. Auf den ersten Blick möchte man daher glauben, dass das äussere Blatt, dem der Staubbeutel den Rücken zukehrt, dem unpaaren Kelchblatt der gewöhnlichen Blüten entspräche, das innere den verwachsenen paarigen Kelchblättern. Gerade umgekehrt verhält es sich aber bei den bisher besprochenen zweiblättrigen Blüten und danach scheint es doch natürlicher anzunehmen, dass das Staubgefäss dem in der regelmässigen Blüte vor der Lippe stehenden des inneren Kreises entspricht. Vielleicht ist die Zähigkeit, mit der in der Orchideenblüte die Ausbildung des einen, in der Regel vor dem unpaaren Kelchblatt stehenden Staubgefässes des äusseren Kreises stattfindet, daraus zu erklären, dass vor dem in der geöffneten Blüte oberen Perigonblatt ein Staubbeutel mit nach vorn und unten gerichteten Fächern da ist, vielleicht weil diese Anordnung für die Befruchtung vorteilhaft ist, möge es nun dem äusseren oder innern Staubgefässkreise angehören. Die Stellung der Blütenteile gegen Deckblatt und Axe ist bei unserer Blüte leider nicht sicher zu erkennen, da sich an dem unten eine kleine Strecke weit mit dem Fruchtknoten (fk') der nächst unteren Blüte verwachsenen dünnen, innen ganz mit Parenchym gefüllten, über anderthalb Centimeter langen und dabei drehrunden Stiel, von den Blättchen an seinem oberen Ende aus keine Spur nach unten verfolgen lässt. Man ist daher für die Beurteilung des Baues dieser Blüte auf diese selbst und ihre Beziehungen zu anderen, ihr ähnlichen, angewiesen.

[87] Den letzten Blüten ähnlich mögen die von Duhamel [1]) bei Chambois (Orne) an einer Pflanze von Orchis mascula L. beobachteten sämtlich kümmerlichen (atrophiées) Blüten gewesen sein, mit 3—4 cm langen Fruchtknoten und nur zwei bis drei ungleichen Sepalen, die zuweilen scheidenförmig

[1]) Duhamel. Orch. masc. p. 50.

verwachsen waren; die gewöhnlich parallelen Staubbeutelfächer — diese sind doch wohl unter den „organs mâles“ zu verstehen, auseinanderfahrend. Ob die Fruchtknoten stielrund, ungedreht und taub waren, ob von drei Sepalen eins im Kronblatt war, welche Stellung die Teile gegen einander und gegen die Axe hatten — über alles dies erfahren wir nichts. Interessant ist dagegen die Beobachtung, dass die von dem unfruchtbaren Kreideboden in gute Gartenerde versetzte Pflanze im nächsten Jahre sich unverändert entwickelte.

[88] Von Orchis laxiflora erwähnt Theriot [1]) untere Blüten einer Ähre mit zwei opponirten Perigonblättern auf langem, dünnem, wohl sterilem Fruchtknoten, auf welche vierblättrige pelorische Blüten folgten.

Die Ergebnisse, zu denen uns die Betrachtung der zweiblättrigen Blüten von Orchis mascula L. geführt hat, werden trotz manchen Abweichungen im Einzelnen unterstützt durch die [89] entsprechenden Vorkommnisse bei Gymnadenia conopea R. Br. Wir haben eben [83] eine zweizählige Blüte von Orchis mascula L. mit winzigen, eben noch erkennbaren zwei Kronblättern geschildert. Eine weitere Vereinfachung des Perigons zeigt eine Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. (III. 76) im Winkel eines unter die Ähre etwas herabgerückten, von den obersten Laubblättern wenig verschiedenen Deckblatts. Der stumpf dreikantige Stiel hat am Grunde die Dicke eines Fruchtknotens und verjüngt sich wie ein solcher unterhalb der Blüte. Dennoch ist er durch und durch mit dichtem Gewebe erfüllt, und nicht gedreht, sondern nur schräg gegen die Axe etwas übergeneigt. Dadurch kommt das äussere, dem gewöhnlich zweispitzigen der zweiblättrigen Blüten von Orchis mascula entsprechende Kelchblatt (c), auch nach unten zu liegen, doch vom Deckblatt ab- und mehr dem Stengel zugewendet. Es war hellrosa, vorn weiss und so stark eingerollt, dass durch den noch offenen Spalt nur der rosa farbene Rückenstreifen, des übrigens weissen von ihm fast ganz eingehüllten inneren Blättchens (c'), sichtbar war. Erst wenn man beide auseinander bog, sah man, dass das letztere, ebenfalls stark eingerollt, mit seiner kappenförmig einwärts gekrümmten Spitze ein drittes, noch kleineres Blättchen halb bedeckte, das, scharf gefaltet, seinen Rücken nach links, die Ränder nach rechts wendete, also transversal gegen die beiden Kelchblätter stand und danach nur als das eine verkümmernde der beiden Kronblätter (k''), betrachtet werden konnte, während das andere, ebenso wie Staubgefäss und Griffelsäule, vollständig fehlten.

Wenn dann bei ganz ähnlichen untersten Blüten derselben Art die beiden transversalen Perigonblätter fehlen, so sind wir wohl berechtigt, die zwei allein vorhandenen als Kelchblätter zu betrachten und zwar das äussere, bei ungedrehtem Fruchtknoten mit seinem Rücken der Axe zugewendete, den vereinigten paarigen Kelchblättern der regelrechten Blüte entsprechend, das innere, welches in diesem Fall seinen Rücken dem Deckblatt zukehrt, als das unpaare Kelchblatt.

Dann aber dürfen wir diese Blüten so wenig wie bei Orchis mascula L. als einzählige auffassen, sondern müssen sie als antidimere mit medianen Kelchblättern betrachten, denen ausser den Kronblättern meist auch Staubgefäss und Fruchtblätter fehlen. In diesem Fall sind es streng genommen gar keine Blüten mehr und nur der engen Beziehungen wegen, in denen sie zu diesen stehen, kann man sie ihnen anschliessen. Diese Beziehungen treten auch in den abweichenden Blüten von Gymnadenia conopea R. Br. in verschiedener Weise hervor.

[90] So war der Fruchtknoten der untersten Blüte (III. 77), einer besonders stattlichen Ähre um einen Viertel-Umfang gedreht, so dass das äussere Kelchblatt nach der Seite gerichtet war. Innen zeigte er eine einfache Höhlung (III. 78), die von nur einer, schief unter dem inneren Kelchblatt beginnenden, dicken Samenleiste mit ihren dicht gedrängten Ovulis fast ganz ausgefüllt wurde, so dass sie sich auf dem Querschnitt als eine enge, mondförmige Spalte um diese herumzieht. Das äussere,

[1]) Theriot. Térat. vég.

zweikielige rosa Blättchen umfasst das innere kleinere und blassere, und dies ist mit seinem rechten Saume so stark eingerollt, dass dieser fast den kleinen würfelähnlichen, weissen Körper in der Mitte erreicht, der nur als die Griffelsäule betrachtet werden kann, oben mit einer etwas vertieften Narbenfläche mit vier winzigen Höckern an ihrem Rande. Somit wäre eine Befruchtung der Ovula, obgleich eine Anthere hier nicht vorhanden ist, mit dem Pollen einer andern Blüte nicht ganz ausgeschlossen.

[91] Jede Spur von Fortpflanzungsorganen fehlte an vier weiteren, sonst mit der vorigen übereinstimmenden Blüten; überall das äussere rosa Kelchblatt aufrecht, dem Stengel anliegend; das innere mehr oder weniger von ihm umfasste, kleiner, blass rosa oder grünlich, die Mitte leer, statt des Fruchtknotens ein dünner, ungedrehter Stiel, mit dichtem Gewebe erfüllt, wie wir ihn schon bei Orchis mascula gefunden haben. Diese Blüten waren die untersten ihrer Ähre, nur einmal war auch die nächst höhere in gleichem Grade unvollständig. Hier trug der Stengel über den eigentlichen Laubblättern eine ungewöhnlich grosse Zahl sehr schmaler, lineallanzettlicher, rot überflogener, hochblattartiger Blättchen, von denen zwei der oberen die eben erwähnten Blüten in ihren Winkeln bargen. Darüber folgte eine Ähre locker gestellter, ordentlicher Blumen.

[92] Aehnlich mögen die drei, nach Faggioli in der mehrfach erwähnten Ähre [1]) unter anderen zerstreuten Blüten gewesen sein, die nur aus zwei medianen Kelchblättern und einem mittleren „Stamiodium“ bestanden. Er nennt beide Blätter gewiss mit Recht Kelchblätter, wenn auch ihr weiter seitlicher Abstand von einander im Diagramm (6) auffallend ist.

[93] Nur eine der von mir gefundenen Blüten (III. 79), schien der Annahme günstig zu sein, dass das äussere Blättchen ein Kelchblatt, das innere aber ein Kronblatt, die ganze Blüte daher einzählig sei. An einer Ähre vom Urnitzberg über Wölfelsgrund stand im Winkel des untersten Deckblatts ein schlanker und, wie das auch bei den vorhergehenden Blüten öfter der Fall war, von aussen nach innen etwas plattgedrückter, grüner, nicht gedrehter Stiel. Das Letztere liess sich hier sicher feststellen, da von der Mitte des oberen der beiden medianen Blättchen an seiner Spitze ein feiner Kiel gerade herablief, der nach unten schwächer wurde, sich aber doch bis an den Stengel verfolgen liess, den er an der dem Deckblatt gegenüber liegenden Seite des Stiels erreichte. Die Blüte war daher nicht umgewendet, und das obere Blättchen (c) nahm nicht die Stelle des unpaaren Kelchblatts der dreizähligen Blüte ein, sondern die der beiden schon in der antidimeren Blüte in eines verschmolzenen paarigen Kelchblätter, wie bei den vorigen Blüten. Umfasst es nun wie bei diesen am Grunde wenigstens, das schmälere und etwas kürzere untere Blättchen (c'), so kann dieses nicht die Lippe sein, auch wenn es wie hier nach unten in einen Sporn ausgeht, länger als der Stiel-Fruchtknoten, und ganz ähnlich dem der Lippe bei den gewöhnlichen Blüten. Die im Uebrigen vollständige Uebereinstimmung mit den anderen zweiblättrigen Blüten macht es dagegen höchst wahrscheinlich, dass es trotz seines Sporns als ein Kelchblatt zu betrachten ist — eine Annahme, die viel von ihrer Fremdartigkeit dadurch verloren hat, dass später an unzweifelhaften Kelchblättern von Gymnadenia conopea R. Br. ganz ähnliche Sporne gefunden worden sind.

C. Einblättrige Blüten.

a. Zwei Kelchblätter fast in eins verwachsen.

Wo die Vereinfachung noch weiter geht, schwindet auch das innere der beiden Blättchen und es bleibt nur das äussere übrig, stets auf einem dichten Stiel ohne Fruchtknotenhöhle und ohne Ovula, sonst aber zunächst in ganz ähnlichen Verhältnissen, wie in den zweiblättrigen Blüten.

[1]) Faggioli. Casi terat. p. 518, Fig. 6.

[94] So finden wir bei Orchis mascula L. (IV. 97), ein solches dunkelrotes kahnförmiges Blättchen, das durch seine zwei getrennten Spitzen seine Herkunft aus den zwei paarigen Kelchblättern der gewöhnlichen Blüte noch immer deutlich verrät, obgleich alle andern Blütenteile schon verschwunden sind. Es stand, als zweite Blüte von unten im Winkel eines winzigen, eirunden, dunkelroten Deckblättchens (d), das man eigentlich nur eine Deckschuppe nennen kann; war aber sonst der oben [81] geschilderten zweiblättrigen Blüte so ähnlich, nur schlanker, da ihr Inneres leer war, dass wir sie nicht anders als diese deuten können.

[95] Andrerseits entspricht dem äusseren Blatt einer zweiblättrigen Blüte, das seinen Rücken dem Stengel zuwendet [85] das einzige einer Blüte derselben Art (IV. 98), das, einige Millimeter über sein Deckblatt hinauf gerückt, auf ziemlich kurzem ungedrehten Stiele, unten trichterförmig, sich weiterhin nach der Deckblattsseite öffnete, um zuletzt flach ausgebreitet zu enden. So ähnlich es sonst noch dem vorigen ist [94] und obwohl es an dem einen Rande noch einen grösseren und einen kleineren Zahn trägt, lässt doch kein sicheres Merkmal auf seine Herkunft aus zwei verwachsenen Blättern schliessen und es bildet so eine Zwischenstufe zwischen den äusseren Blättchen der vorhergenannten zweiblättrigen Blüten [88] und [89].

Bei Gymnadenia conopea R. Br. dagegen kehrt, wie bei den zweiblättrigen Blüten, das äussere Blatt, so hier das ihm entsprechende einzige, auf ungedrehtem Stiele, seinen Rücken niemals dem Deckblatt, sondern stets dem Stengel zu und deutet zuweilen auch hier noch auf seine Ent-
[96] stehung aus den zwei paarigen Kelchblättern dadurch hin, dass es oben ausgerandet ist. So stand auf ziemlich kurzem, geraden, ungedrehten, von aussen nach innen plattgedrückten, fast zweischneidigen Stiel-Fruchtknoten, der aber wie alle folgenden dicht mit Parenchym erfüllt war, ein zartes, hellrosa Blatt (III. 80) an dem der Axe zugekehrten Rücken mit zwei grünlichen Seitenrippen, die nach den beiden Spitzen hinliefen und einer roten Mittelrippe, die der Naht der beiden verwachsenen Blättchen entspricht. Nach vorn waren beide Ränder eingeschlagen, so dass das ganze Blättchen kahnförmig erschien.

[97] Zwei andere ähnliche Blättchen waren etwas länger gestielt, am Ende tiefer, aber weniger regelmässig eingeschnitten.

b. Zwei Kelchblätter ganz in eins verwachsen.

[98] Viel häufiger begegnet man Blättchen mit einfacher Spitze fast ausnahmslos im Winkel der untersten Deckblätter, oft merklich unter die eigentliche Blütenähre herabgerückt, auf geradem ungedrehten Stiel-Fruchtknoten ohne Höhle, ganz mit Parenchym angefüllt, der von vorn nach hinten mehr oder weniger zusammengedrückt nur das eine, zarte rosa Blättchen trägt, das seinen Rücken dem Stengel zukehrt, seine offene Seite dem Deckblatt. Gleichwohl beobachten wir unter ihnen eine Reihe von verschiedenen Formen, die uns endlich zu den rein fadenförmigen Blütenanlagen hinleiten.

[99] Selten ist der Stiel-Fruchtknoten kurz, nicht viel länger als breit und trägt ein breites ziemlich flach ausgebreitetes, nach vorn etwas hohles Blatt, dessen Ränder nur unten so weit eingeschlagen sind, dass sie einander am Grunde berühren.

[100] Aehnliche, doch mit den Rändern nur am Grunde oder auch bis hoch hinauf zuweilen im scharfen Winkel eingeschlagene Blütenblättchen finden sich auf längeren Stielen bald scharf gegen diese
[101] abgegrenzt (III. 81), bald allmählig in sie übergehend und dann meist der ganzen Länge nach eingerollt, ähnlich dem zweispitzigen Blatt (III. 80), nur dass die Ränder oben in einer Spitze zusammenlaufen, so dass das ganze als kahnförmig bezeichnet werden kann. Dieser Form gehörten einmal
[102] die drei untersten Blüten einer Ähre an. Ihnen schliesst sich eine zierliche Blüte von Orchis globosa an (IV. 104), im Winkel eines etwas unterhalb des Köpfchens stehenden Deckblatts. Der lange, dünne, fadenförmige Stiel trug ein schmales rosa Blumenblatt, das der Länge nach kahnförmig gefaltet, und nur mit einem schmalen Spalt nach dem Deckblatt hin offen war. Darüber hinaus setzte

sich die Spitze in die für die Kelchblätter der Art bezeichnende spatelförmige Verbreiterung fort. Gerade darin zeigt sich augenfälliger als bei irgend einer andern Art, dass es das einzige, zur Ausbildung gekommene Perigonblatt einer Blüte ist.

c. Kelchblatt band- bis fadenförmig.

Von diesem, schon sehr schmalen Blatt machen einige weitere durch fortgesetztes Schwinden der Blattfläche den Uebergang zur Fadenform, die sich auch insofern als eine weitere Rückbildung zeigt, als sie im Winkel von tief unterhalb der Blütenähre stehenden Deckblättern vorkommt, die von den obersten Laubblättern wenig verschieden sind.

[103] So stand $3^1/_2$ cm unter der untersten eigentlichen Blüte einer stattlichen Orchis maculata L. ein Faden mit zwei Längsfurchen (IV. 105), deren tiefere, dem Deckblatt zugewendete, sich nach oben seitwärts drehte und in die von dem ganz schmalen rosa Blättchen gebildete Rinne überging, die sich selbst bald wieder in eine fadenähnliche Spitze zusammenzog.

[104] Konnte man hier die obere Grenze des Blütenstiels da annehmen, wo die flügelartige Verbreiterung des Blättchens anfing, so gilt das kaum von einem Faden (IV. 103), der $1^1/_3$ cm unterhalb der Ähre einer Orchis latifolia L. im Winkel eines laubblattartigen Deckblatts stand. Unten ein wenig breitgedrückt, blassgrün, wird er bald etwas dünner, färbt sich blassrosa und verbreitert sich erst ganz am Ende in ein winziges, länglich rundes Plättchen mit einem dunkelroten Fleck. Hier geht in der That der Stiel so unmerklich in das Blatt über, dass man nicht sagen kann, wo der eine aufhört und das andere anfängt; denn ein Vergleich mit den vorhergehenden Formen macht es sehr unwahrscheinlich, dass nur die winzige Verbreiterung am Ende als das Blatt zu betrachten sei, nicht auch ein Teil des rosa Stiels, in den sie sich verschmälert.

[105] Dafür sprechen auch einige Vorkommnisse bei Gymnadenia conopea R. Br., bei denen dieser Uebergang noch allmählicher stattfindet. Hier ging ein fadenförmiger, nur am Grunde ein wenig von aussen nach innen zusammengedrückter grüner Stiel (III. 82), nach oben ganz allmählich in eine zart rosafarbene gegen das Ende etwas verbreiterte Spitze über, ohne dass irgend wo eine Abgrenzung beider Teile gegen einander zu entdecken wäre. Das verbreiterte Ende, das doch jedenfalls einem Blatte angehörte, war zugleich an einer Seite etwas verdickt, während es an der andern in eine schmale, weissliche Schneide (z) ausging, die im Querschnitt die Spitze eines gleichschenkligen Dreiecks einnahm. Nach ihr hin zog sich von der Mitte der Grundfläche ein roter Streifen bis gegen die Mitte, so dass man an ein zusammengefaltetes Blatt erinnert wird, dessen einander zugewendete Flächen bis an den Rand verwachsen sind. Bei einer anderen war das etwas blattartig verbreiterte Ende kaum merklich verdickt.

[106] Diese Vorkommnisse zeigen uns, dass bei fortschreitender Vereinfachung der einblättrigen Blüten gerade das Blatt sich immer schwächer ausbildet, während der an die Stelle des Fruchtknotens getretene Stiel sich nur noch wenig verändert und es kann uns nicht überraschen, wenn der letzte endlich allein übrig bleibt.

[107] So stand bei einer stattlichen Pflanze von Orchis maculata L. ein solcher, nur wenig von vorn nach hinten plattgedrückter, $1^1/_2$ cm langer grüner Faden (IV. 106), 4 cm unter der untersten Blüte im Winkel eines Deckblatts, das nur 3 cm über dem obersten Laubblatte stand und wenig von
[108] ihm verschieden war, und bei Gymnadenia conopea R. Br. habe ich eine ganze Anzahl ähnlicher, grüner, oft rot überlaufener, nach oben auch wohl ganz roter, 11—20 mm langer, drehrunder oder wenig von vorn nach hinten zusammengedrückter Fäden beobachtet: nur einmal zwischen anderen, z. T. Krüppel-Blüten, sonst stets (bis 17 mm) unterhalb der Blütenähre. Fragen wir nun nach der eigentlichen Natur dieser Fäden, so zeigt die stetige Reihe der beschriebenen Zwischenbildungen, dass sie in enger Beziehung zum Fruchtknoten stehen, ja, auf's äusserste vereinfachte Fruchtknoten selbst

sind; und nach der Ansicht, die wir von diesem haben, wird sich auch unsere Auffassung der an ihrer Stelle auftretenden Fäden richten.

Nun lassen sich zwei für die Natur des Orchideen-Fruchtknotens geltend gemachte Annahmen mit unsern Beobachtungen ziemlich gleich gut vereinigen: entweder ist er ein sogenannter Kupularfruchtknoten, eine hohle Axe, mit deren Innenwand der Rücken der Fruchtblätter verwachsen ist, deren eingeschlagene Ränder die Eichen tragen, während ihre freien oberen Enden den kurzen, mit dem Staubfaden verwachsenen Griffel mit der Narbe bilden; oder er ist ein reiner Blattfruchtknoten, an dem die, im Grunde seiner Höhlung erlöschende Axe weiter keinen Anteil hat, indem er selbst von den unteren Teilen aller Blütenteile gebildet wird, die mit einander zur Fruchtknotenwand verwachsen und nur ihre oberen Teile frei ausbreiten.

Für die letztere Auffassung spricht bei den Orchideen schon an der regelmässigen Blüte, die Ausbildung der äusseren Fruchtknotenwand. Hätte diese Axen-Natur, so wäre nicht wohl einzusehen, weshalb ihre, auch bei manchen einheimischen Arten wulstartig hervortretenden Rippen und die diese trennenden Furchen genau den Blattorganen der Blüte, namentlich den Kelchblättern entsprechen. Mit den herablaufenden Blättern anderer Pflanzen lassen sich diese Rippen nicht gleichstellen, da die stärkeren nicht von den Rändern, sondern von der Mitte der Kelchblätter ausgehen; aber auch den in ähnlicher Weise an manchen Zweigen weit herablaufenden Blattpolstern nicht, da sie gerade an dem verengerten Halse des Fruchtknotens, unmittelbar unter den Kelchblättern meist schwächer, oft kaum überhaupt hervortreten, während man sie hier am stärksten zu finden erwarten sollte. Weshalb sollten ferner die Rippen an einem axilen Fruchtknoten gerade unterhalb der Perigonblätter eine Dicke erreichen, wie bei manchen tropischen Orchideen, z. B. bei Trichopilia fragrans Rchb. fil. [1])? Alle diese Gestaltungen lassen sich dagegen recht wohl verstehen, wenn sie den untern mit einander verwachsenen Blattstücken zugehören, denn diese von den freien Oberblättern sehr verschiedenen Unterblätter können recht wohl auch ihre eigene Bildungsweise haben.

Die mannigfachen Veränderungen, welche die Blütenteile in den Bildungsabweichungen erfahren, sprechen bald mehr für die Annahme eines Kupular-, bald für die eines reinen Blattfruchtknotens, lassen sich aber zur Not mit der einen wie mit der anderen in Einklang bringen. In beiden Fällen würden die Veränderungen des Fruchtknotens bei der Vereinfachung der Blüten bis zu ihrer Verkümmerung zu einem einfachen Faden bei der einen wie bei der andern Annahme wesentlich dieselben gewesen sein. Es war nicht anders zu erwarten, als dass beim Uebergang in die zweizählige Blüte auch die Zahl der Fruchtblätter auf zwei zurückgehen würde, dass beim Fehlen des Staubgefässes in zwei- und einblättrigen Blüten die Drehung des Fruchtknotens unterbleiben würde, die der Blüte nicht mehr ihre, zur Befruchtung geeignete Stellung zu geben brauchte; dass beim Verkümmern und endlichen Ausbleiben der Fruchtblätter die überflüssig gewordene Höhle des Fruchtknotens durch Zusammenschliessen der Wandungen verschwinden; er selbst dadurch, wie durch die geringe Zahl und die Kleinheit der von ihm getragenen Blumenblättchen zu einem dünnen, geraden, glatten Stiele werden würde. Wo dieser von dem einzigen, an seinem oberen Ende stehenden Blättchen noch deutlich abgesetzt ist, liegt es nahe, diesen Stiel-Fruchtknoten als einen wirklichen Blütenstiel, also eine Axe, mit einem endständigen Blatte zu betrachten: ein interessantes Beispiel für ein solches Vorkommnis, dessen Zustandekommen sich hier schrittweise verfolgen lässt. Doch könnte er recht wohl auch der untere Teil des Endblättchens sein, der von seinem Ursprung aus dem Blattfruchtknoten her noch seine Scheidung vom Oberblatte behalten hätte. Wo dann diese Abgrenzung unkenntlich wird, sehen wir nur ein einfaches gestieltes Blättchen, dessen unteren Teil als einen Stengel zu betrachten ziemlich willkürlich erscheint.

[1]) Pfitzer. Studien, S. 14.

Schwindet die Spreite endlich ganz und es bleibt nur ein drehrunder nach oben etwas verjüngter Faden übrig, so liegt es wieder am nächsten, in diesem eine, von dem Kupularfruchtknoten übrig gebliebene blattlose Axe zu sehen, die im Winkel eines oder des andern der obersten Laub- oder, wenn man will, der untersten, oft weit von der Ähre abgerückten Deckblätter steht. Und doch können sie auch fadenförmige Blättchen sein, das machen uns die oben beschriebenen Zwischenstufen glaublich. Dass sie oft am Grunde, auch wohl bis gegen die Mitte etwas von aussen nach innen glattgedrückt sind, würde sich vielleicht durch ihr Emporwachsen zwischen Deckblatt und Stengel erklären lassen.

[109] Eine Beobachtung dagegen spricht bestimmter für die reine Blattnatur dieser Gebilde. Eine Gymnadenia conopea R. Br. trug im Winkel eines etwas unter die Ähre herabgerückten Deckblatts ein schmales, aber flaches, spitz zulaufendes Blättchen (III. 83), grün, auf der dem Stengel zugekehrten Seite nach oben grünlich rot, auf der deckblattsichtigen rosa überflogen, hier flach, mit einer kaum merklichen Rinne, auf der stengelsichtigen Seite mit schwach, aber doch erkennbar vortretender Mittelrippe. Danach kehrt dies Blättchen dem Stengel den Rücken zu, ganz wie die nur aus einem rosa Blättchen bestehenden Blüten, wie (III. 80). An seinem Grunde ist nichts von einer dasselbe tragenden Axe aufzufinden; es stände daher selbst im Winkel des Deckblatts. Dies können wir nicht annehmen, sondern denken uns die Axe der winkelständigen Knospe so wenig entwickelt, dass sie sich unserer Wahrnehmung entzieht und dass nur ein von ihr getragenes Blatt vorhanden ist. Dieses ist dann in mehr als einer Beziehung ein treffendes Seitenstück zur Fruchtschuppe der Abietineen im Winkel ihres Deckblatts.

Wir würden aus dieser Beobachtung den sicheren Schluss ziehen können, dass alle oben behandelten Axillargebilde Blätter sind, wenn nicht zwischen dem Blättchen von Gymnadenia, über dessen Natur wir nicht in Zweifel sind, und den nur wenig plattgedrückten Fäden noch eine Verschiedenheit vorhanden wäre, welche einen zwingenden Schluss auf die Wesensgleichheit beider nicht zulässt, so überwiegend wahrscheinlich sie auch ist, bis diese Lücke durch weitere Funde ausgefüllt wird

(Blattlose Axen.)

[110] Im engen Zusammenhange damit steht das Urteil über die zuerst von Röper [1]) beobachteten Fortsetzungen der Spindel über die obersten Blüten hinaus. „Bei unserer Orchis latifolia, sagt er, endigt die Axe des Blütenstandes bisweilen in eine fadenförmige, mehrere Linien“ (also wohl etwa 5—10 mm), „lange, durchaus blattlose, krautige Spitze, ähnlich wie die von mir schon früher erwähnten Blütentrauben der Convallaria majalis“ und „analog den nackten Spadix-Spitzen vieler Aroideae“. Ganz ähnliche Verlängerungen der gewöhnlich mit der obersten Blüte spurlos endenden Axe habe [111] auch ich wiederholt bei Orchis latifolia L. (12—16 mm lang), (VI. 163, 164, t) und bei Platanthera bifolia Rchb. (einige 4 mm, eine 13 mm lang) (III. 66, t) gefunden: krautiggrün, [112] drehrund, nur am Grunde oft ein wenig zusammengedrückt; hier etwas dicker, nach dem Ende zu verjüngt, öfter fast in eine Spitze auslaufend. Dass diese Fortsetzungen ganz blattlos waren, wird dadurch erklärlicher, dass überall schon unterhalb derselben ein Nachlassen in der Ausbildung seitlicher Organe stattgefunden hatte. Bei keiner war die oberste Blüte regelrecht gebaut. Bei Orchis latifolia L. war sie einmal dreizählig, aber die Lippe eiförmig und ohne Sporn; bei Platanthera fehlte einmal die Lippe ganz, die übrigen obersten Blüten waren bei beiden Arten nur noch zweizählig.

Diese Verlängerungen der Axe des Blütenstandes stimmen mit dieser selbst so sehr überein, dass Röper sie unbedenklich für blattlose Axen erklärte; und doch ist mir ein Fall vorgekommen, der [113] mit dieser Auffassung nicht recht übereinstimmte. Bei einer Platanthera bifolia Rchb. von Wölfelsgrund trug die dünne, wenig von aussen nach innen plattgedrückte Fortsetzung des Stengels

[1]) Röper. Norm. u. Abnorm. S. 427.

über die oberste geöffnete Blüte hinaus nicht weit über dieser eine winzige, aber unverkennbare Knospe (H. 63, kn). Wäre nun die weitere Verlängerung über diese hinaus eine Fortsetzung des Stengels, so müsste man erwarten, dass sie auf der, der obersten Blüte zugewendeten Seite der Knospe stände. Thatsächlich steht sie aber auf der dieser abgewendeten Seite, wo man das Deckblatt derselben erwarten sollte. Der Faden bis zu der Knospe kann nur ein Glied des Stengels sein, der neben ihr erlischt, wie er es meist neben der obersten Blüte thut. Seine scheinbare Fortsetzung über die Knospe hinaus ist dann ein bis zu einem rundlichen Faden verschmälertes Blättchen, hier das Deckblatt der Knospe.

Dann würden aber auch mit grösster Wahrscheinlichkeit die bisher als blattlose Axen betrachteten mit ihnen ganz übereinstimmenden fadenförmigen Fortsetzungen des Stengels über die oberste Blüte hinaus als Blätter anzusehen sein, obgleich sie meist, oft bedeutend, länger sind als die obersten Deckblätter.

Bei dieser Annahme würde es ferner wahrscheinlich sein, dass auch die Fäden im Winkel der untersten Deckblätter Blattbildungen sind, wie es sicher die vorher von Gymnadenia conopea R. Br. beschriebene ist [109]. Der Fruchtknoten würde dann ein reiner Blattfruchtknoten sein. Wir dürfen wohl hoffen, dass die Beweiskraft dieser beiden bisher vereinzelten Vorkommnisse durch Auffindung weiterer Zwischenstufen bei diesen bis jetzt wenig beachteten Bildungen erhöht werden wird.

Dem Kupularfruchtknoten günstiger sind dagegen die gefüllten Blüten einer Orchis mascula L. von Bridge of Allan in Schottland, die durch D. Moore an M. T. Masters [1]) mitgeteilt worden waren. Sie standen auf einem stielförmigen Teile, der ungedreht und seinem äusseren Ansehen nach einem Blütenstiele ähnlicher war, als einem Fruchtknoten. Moore [2]) giebt auch von den von ihm beschriebenen Blüten von demselben Fundort an, dass sie kein „Ovarium“ gehabt hätten. Masters [3]) fand dagegen den Fruchtknoten hohl, mehrmals mit Spuren der drei Samenleisten und rudimentärer Eichen, die wie seine Figur 2 auf Tafel 10 zeigt, deutlich in zwei Reihen auf jeder Samenleiste standen, wie sonst die regelrechten Eichen. Nun tragen die Kronblätter, mit Ausnahme der Lippe und alle sechs verblatteten Staubgefässe der von diesem Fruchtknoten getragenen Blüte in ihrem Winkel je eine kleine Blütenknospe. Dass alle diese nur Adventivknospen auf diesen Blättern sein sollten, ist durch ihre regelmässige Stellung in den Blattwinkeln so gut wie ausgeschlossen.

Wir müssen also annehmen, dass sie an der Axe stehen, welche die Blättchen trägt und zwar — das liegt jedenfalls am nächsten — da, wo diese selbst an ihr sitzen. Die Axe müsste dann bis in die Blüte hineinreichen und könnte hier nichts anderes sein, als die Fruchtknotenhülle, deren Höhlung nur noch mit den Fruchtblättern ausgekleidet ist. Der Fruchtknoten wäre also ein Kupularfruchtknoten im Sinne Celakovsky's. Es wäre dies zugleich der erste Fall, durch den dessen Auffassung insofern bestätigt wird, dass die Blütenblätter Achselknospen gebildet haben, während in Vergrünungen, in denen solche auftreten könnten, die bloss der metamorphosirten Blüte eigene Kupularbildung immer bereits längst unterblieben ist. [4])“

Ein Bedenken tritt uns aber hier entgegen. Auf die beiden Wirtel verblatteter Staubgefässe folgt nämlich noch ein ihnen ähnlicher, alternirender, von Blättchen, die ebenfalls Knospen in ihren Winkeln tragen, von denen aber meist nur eins, an der Stelle des einzigen gewöhnlich ausgebildeten Griffels mit der Narbe vorhanden ist. Masters nahm daher unbedenklich an, dass dieser Wirtel den drei Narben entspreche. Dann könnten dessen Blättchen aber keine Knospen in ihrem Winkel oberhalb der verblatteten Staubgefässe tragen, sondern vor der Anwachsstelle der Fruchtblätter, also im Grunde der Fruchtknotenhöhle. Bei den von Moore und anderen beschriebenen Blüten, in denen die

[1]) Masters. Double fl. p. 349; 355: plates X XI.
[2]) Moore. Orch. masc. p. 285.
[3]) Masters, a. a. O.
[4]) Celakovsky. Cupula. S. 7 des Sonderabdrucks.

Samenleisten und Eichen verkümmert oder fehlgeschlagen sind, könnten wir, um diesen Widerspruch zu beseitigen, annehmen, dass das Letztere auch mit Griffeln und Narben geschehen ist, und der auf die Staubgefässe folgende fünfte Blattwirtel der erste der Neubildungen wäre, welche die fortwachsende Axe hervorgebracht hat, und der in keiner Beziehung zu den Teilen der gewöhnlichen Blüte mehr steht. Dass oft gerade nur das, an Stelle der gewöhnlichen Narbe stehende Blättchen vorhanden ist, könnte wohl daher kommen, dass in der Blumenkrone die Seite mit der Lippe, in den folgenden Wirteln die gegenüberliegende die geförderte ist und sich dies hier noch auf den fünften Wirtel erstreckt. Als eine Neubildung aber könnten wir diesen um so mehr ansehen, als auf ihn noch einzelne Glieder eines sechsten und siebenten Wirtels von ähnlicher Bildung folgen, bei denen die gleiche Seite die geförderte ist. Dass die Glieder des ersten dieser neu gebildeten Wirtel mit den vorangegangenen des inneren Staubgefässwirtels alterniren, statt, wie man nach dem Fehlschlagen der Fruchtblätter erwarten sollte, vor ihnen zu stehen, ist indessen mit dieser ganzen Annahme nicht gut vereinbar. Sie ist aber ganz ausgeschlossen, wo Samenleisten mit unverkennbaren Eianlagen vorhanden sind, wie bei den von Masters untersuchten Blüten. Hier bleibt uns nur die Annahme übrig, dass die vor den drei Fruchtblättern am Grunde der Fruchtknotenhöhle angelegten Blütenknospen mit den Unterteilen der Fruchtblätter vereint in die Höhe gewachsen sind und sich erst da wo diese in die hier verblatteten Oberteile übergehen, selbständig ausgebildet haben. Es würden dann die Fruchtblätter die Stelle von Deckblättern einnehmen, in deren Winkeln die, für gewöhnlich unentwickelt bleibenden Stiele der Knospen mit der Innenfläche der Fruchtblätter, zwischen deren eichentragenden Rändern in ihrer Mittellinie verschmolzen, sich mit ihr gestreckt haben.

So fremdartig diese Annahme scheinen mag, so liegt ihr doch kein anderes Wachstumsverhältnis zu Grunde, als wir es zwischen gewöhnlichen Deckblättern und den Stielen der in ihren Winkeln stehenden Blüten finden. Wir haben ein Beispiel dafür bei einer Orchidee oben [143] beschrieben, wo der Fruchtknoten die Stelle des Stieles vertrat, und erinnern nur an einige ausgezeichnete Vorkommnisse, wie bei Thesium, Monotropa, Bougainvillea glabra. Räumen wir aber diese, wie es scheint unvermeidliche Annahme ein, so können wir dieselbe mit gleichem Rechte bei den übrigen Blättern der Blüte machen, die Knospen in ihren Winkeln tragen; der eigentliche Ursprung dieser letzteren kann ebenso gut im Grund des Fruchtknotens liegen; ja, es ist viel leichter zu begreifen, dass sie mit den vor und hinter ihnen mit einander verwachsenden Unterteilen der Blattorgane in die Höhe rücken, bis sie am oberen Ende derselben, das zugleich den oberen Rand des Fruchtknotens bilden hilft, an die freie Luft gelangen und sich dort weiter entwickeln. Dann haben alle Knospen in der Blüte den gleichen Entstehungsort und die gleiche Art der Fortbildung; man begreift, dass durch das gleiche Gesetz der Ausbildung beherrscht, auch die Fruchtblätter ihre Axillarknospen nicht im Grunde der Fruchtknotenhöhle ausbilden, in der sie den dazu nötigen Raum wohl finden würden.

So spricht diese, auf den ersten Blick der Annahme eines Kupularfruchtknotens günstige, ja, sie scheinbar beweisende Bildungsabweichung gerade für die eines reinen Blattfruchtknotens.

Auf gleiche Weise lässt sich dann auch das Vorkommen von Knospen in den Winkeln von Blütenblättern bei anderen Arten und die damit verbundenen Veränderungen des Fruchtknotens erklären; so bei der von Cramer beschriebenen Orchis Morio L. [250], wo im Innern der Blüte 1—4 solcher Knospen standen; ähnlich wie bei der von Masters untersuchten Orchis (Anacamptis) pyramidalis L. [251], bei der sich in der Mitte der Blüten Gruppen von Blättchen vorfanden, die gleich Deckblättern Blütenknospen in ihren Winkeln trugen, die selbst wieder rudimentäre Knospen einschlossen; oder bei Orchis ustulata L., bei der Bellynck [252] solche im Winkel der äusseren, von ihm, wohl nur deshalb, als Deckblätter bezeichneten Blütenteile angiebt. In einigen dieser Fruchtknoten fanden sich noch kleine Ueberreste des Hohlraums, wenn auch ohne Eichen; alle aber waren viel länger, als gewöhnlich, wenig oder nicht gedreht, der ganzen Länge nach gleich dick, viel dünner als die gewöhnlichen

Fruchtknoten. Alles deutet nicht auf eine Ausfüllung der Höhlung durch die Axe hin, sondern darauf, dass beim Schwinden der Fruchtblätter die Unterteile der übrigen, die Fruchtknotenwände, an einander gerückt sind und sich in der Mitte vereinigt haben.

Geben uns daher die Bildungsabweichungen keine schlechthin beweisenden Thatsachen zur Beurteilung der eigentlichen Natur des unterständigen Fruchtknotens, zunächst der Orchideen an die Hand, so wenig wie irgend eine andere Methode, so unterstützen sie doch schon jetzt seine Auffassung als eines reinen Blattfruchtknotens und können bei sorgfältiger Beachtung weiterer Funde, namentlich durch Untersuchung des Gefässbündelverlaufs in den verschiedenen Fruchtknoten, leicht noch wichtige Beiträge zur Entscheidung dieser Frage liefern.

Endlich fragen wir uns: was mag diese Bildungsabweichungen verursacht haben? Darüber geben uns die wenigen und nur gelegentlich gemachten Beobachtungen gar keine Auskunft.

Eins scheint gewiss, dass plötzlich veränderte Lebensbedingungen, namentlich die Verpflanzung aus dem natürlichen Standort in den Garten und noch mehr in Töpfe, leichter als es sonst geschehen sein würde, Abänderungen hervorruft. Welche von diesen aber dem Boden, der Feuchtigkeit, der Luft in geschlossenem Raum, dem Licht, der gleichmässigeren Wärme zuzuschreiben sind, darüber wissen wir noch nichts. Massalongo [1]) hat an Topfpflanzen von Orchis maculata L., Germain de Saint-Pierre [2]) an solchen von Ophrys araneifera Huds. zahlreiche Abweichungen beobachtet, aber ebenso Verringerung wie Vermehrung der Blütenteile, Verwachsungen wie Spaltungen, die sich bei der letzten Art selbst auf die Deckblätter erstreckten - alles unter den gleichen Bedingungen. Einige dieser Abänderungen haben sich jahrelang erhalten und würden uns die Möglichkeit der Entstehung dauernder Varietäten zeigen, wenn sie nicht Jahr aus Jahr ein von denselben Pflanzen herrührten, die doch endlich einmal absterben müssen, ohne dass wir wissen, ob sie sich unverändert durch Samen fortpflanzen.

Auch die Beobachtungen von Duhamel [3]) der in magerem Kreideboden gewachsene Pflanzen von Orchis mascula L. mit kümmerlichen Blüten in gute Gartenerde setzte, wo sie im nächsten Jahr gleichwohl eben solche Blüten trugen, beweist wohl, dass solche Abänderungen auch in der freien Natur eine gewisse Beständigkeit erreichen können, nicht aber, dass ihre Entstehung von Boden und Standort abhängig ist. Dies kann man schon eher daraus schliessen, dass er diese Art mit noch mehr verkümmerten Blüten in feuchtem, schattigen Waldboden gefunden, später dieselbe Anomalie an trockener, sonniger Stelle angetroffen hat.

Mir selbst ist es ebenso wenig geglückt, eine Abhängigkeit der von mir aufgefundenen abweichenden Orchideen-Blüten von äusseren Einflüssen zu entdecken und ich habe nicht einmal den Eindruck gehabt, als wenn diese vereinzelt auftretenden Bildungen irgend eine Beständigkeit erlangt hätten. An derselben Stelle, an der ich die erste zweizählige Blüte von Platanthera bifolia Rchb. [69] gefunden hatte, waren zwei Jahre später wieder zwei Ähren aufgeblüht, wie das erste Mal, aber beide mit lauter regelmässigen Blüten. Ebenso hatten alle Blüten von Orchis maculata L., die ich an derselben Stelle aufsuchte wo sich früher einmal in einer Ähre vielfach überzählige Staubgefässe ausgebildet hatten, nur das eine regelmässige Staubgefäss. Dasselbe galt von der vierzähligen Gymnadenien-Blüte mit ungespornter Lippe statt des unteren Kelchblatts [169].

Geben uns somit die bisher an einheimischen Orchideen beobachteten Blüten-Abweichungen keinen Aufschluss über die Ursachen, durch die sie hervorgerufen worden sind, so können wir doch an ihrer Hand den Weg verfolgen, auf dem die blütenbildenden Kräfte zur Wirkung gelangt sind.

[1]) Massalongo. Note terat. p. 5.
[2]) Germain de Saint-Pierre, Ophr. aran. p. XXXVIII.
[3]) Duhamel. Orch. masc. p. 50.

Manche Botaniker sind zwar geneigt, an die Stelle dieser Kräfte verschiedene eigenartige Bildungsstoffe als deren vermutliche Träger zu setzen. Schon vor fünfzig Jahren hat Wigand [1]) ausgesprochen, dass die ersten Anfänge, beispielsweise der verschiedenen Blütenteile, einander ganz gleich sind, und ihre Verschiedenheit erst bei ihrer weiteren Ausbildung zum Vorschein kommt. Die Zellen der noch ununterschiedenen Anfänge, müssten aber bereits eine verschiedene Richtung ihrer bildenden Thätigkeit besitzen; der Grund davon liege besonders in dem, bis zu der jedesmaligen Anlage eigentümlich modifizirten Nahrungssaft.

Diesen Gedanken hat Sachs [2]) später aufgenommen und weiter ausgeführt. Namentlich spricht er es den Fortschritten der exakten Naturwissenschaften entsprechend bestimmter aus, dass jeder Vorgang auch in der Pflanze nur durch die Einwirkung eines Stoffes zu Stande komme und wenn wir als Ursache dieses Vorgangs eine bestimmte Kraft annehmen, so sei diese Kraft nichts anderes als die Aeusserung eines Stoffes. Halten wir uns auch hier an die Blüten, so entstehen, nach seiner Auffassung anfangs nur spross- und wurzelbildende Stoffe, durch welche unter dem Einfluss der äusseren Einwirkungen nach und nach eine andere Kategorie von Stoffen erzeugt wird, die sich endlich in den Geschlechtszellen in ihrer reinsten Form darstellen.

Dass bei der Entstehung der Blütenbildungsstoffe auch äussere Einwirkungen thätig sind, wie Licht und Wärme, Schwerkraft und Elektrizität, Luft und Feuchtigkeit, ist nicht zu bezweifeln; dass sie aber gerade die Hervorbringung der jeder Art eigentümlichen Stoffe bestimmen sollten, ist wenig wahrscheinlich. Bringen doch ganz verschiedene Pflanzen neben einander unter denselben äusseren Bedingungen ihre Blüten zur Entfaltung. Dem mag man entgegnen, dass dieselben Kräfte auf verschiedene Stoffe auch verschieden wirken müssen. Aber woher kommt die Verschiedenheit dieser Stoffe, die sich andrerseits, auch unter manigfach wechselnden äusseren Verhältnissen, unstreitig bereits durch eine lange Reihe von Generationen unverändert erhalten hat? Das kann nur eine innere Ursache haben und es scheint am natürlichsten, anzunehmen, dass diese Stoffe seit der Entstehung der Art sich bis heut in ihr erhalten haben.

Das ist auch nicht unmöglich. Sachs hat darauf hingewiesen [3]), dass fast unwägbare Spuren von Gährungserregern fast unbegrenzte Massen anderer Stoffe zersetzen, sowie auf die unbegreiflich kleine Menge des Befruchtungsstoffes, der durch ein Spermatozoid oder einen Pollenschlauch auf die Eizelle übertragen wird, und dennoch das gesammte spätere Wachstum des Organismus bestimmt.

So kann recht wohl in jedem Samen sich immer wieder die winzige Menge der Stoffe ansammeln, die dazu erforderlich ist, die Ausbildung der verschiedenen Organe der künftigen Pflanze zu veranlassen und so wie diese Stoffe auf andere aus dem Boden und der Luft zufliessende verändernd einwirken, können sie aus ihnen auch wohl neue Teile ihrer eigenen Art entstehen lassen und ihre Menge immer wieder ergänzen.

Fasst man die Sache so auf, so liegt auch eine einfache Erklärung der von Sachs mitgeteilten merkwürdigen Beobachtung nahe [4]), dass Zwiebel- und Knollenpflanzen, wie Tulipa, Hyacinthus, Iris, Crocus im zeitigen Frühjahr zum Austreiben im Finstern veranlasst, neben gänzlich etiolirten Laubblättern normal geformte und gefärbte Blüten entwickeln, wogegen die nicht mit besonderen Reservestoffbehältern versehenen Brassica Napus, Tropaeolum majus, Cheiranthus Cheiri, Cucurbita, Paparer Rhoeas nicht im Stande sind, ihre bereits angelegten kleinen Blütenknospen zur Entfaltung zu bringen, wenn man die ganze belaubte Pflanze in's Finstere stellt, die Assimilation in den grünen Blättern also verhindert. Bei allen genannten Gewächsen mögen

[1]) Wigand. Grundleg. S. 75.
[2]) Sachs. Stoff und Form; S. 452.
[3]) — Daselbst S. 717.
[4]) — Daselbst S. 459.

blütenbildende Stoffe zur Stelle gewesen sein; bei den ersteren zugleich Reservestoffe, auf welche sie umbildend einwirken konnten, den andern haben solche Nährstoffe gefehlt.

Bei der wahrscheinlich erstaunlich geringen Menge dieser Bildungsstoffe kann es endlich nicht befremden, dass wir weder auf ihrer Wanderung noch in den zarten Zellen der ersten Knospenanlage mit unsern jetzigen chemischen und optischen Hülfsmitteln etwas von ihnen entdecken können.

Alles das kann sich so verhalten, wie wir ausgeführt haben; keine bekannte Thatsache ist damit unvereinbar; viele würden unserm Verständnis näher gebracht werden, wenn unsere Annahmen sich bestätigten; hat doch zur Verbreitung der ihnen zu Grunde liegenden Anschauung sicher nicht wenig beigetragen, dass es uns viel leichter wird uns Stoffe vorzustellen, die doch immer als wahrnehmbar gedacht werden, als Kräfte, die ihrer Natur nach unwahrnehmbar sind.

Aber wir dürfen doch nicht vergessen, dass die Annahme dieser Bildungsstoffe nur einer theoretischen Forderung entspricht; niemand hat einen von ihnen gesehen und wir kennen noch keine Thatsache, die sich nicht auch anders erklären liesse und damit ihre Annahme notwendig machte, oder auch nur über ihre Thätigkeit näheren Aufschluss gäbe. Solche Thatsachen müssen erst in grösserer Zahl aufgefunden werden, um diese Stoffe aus dem Gebiete der reinen Spekulation auf das einer annehmbaren Hypothese herüberzuführen; gewiss eine der dankbarsten Aufgaben für den Pflanzenphysiologen. Bis dahin scheint es mir richtiger, sich auf die Annahme bildender Kräfte zu beschränken, wäre es auch nur, um den Schein zu vermeiden, als wüssten wir, was wir doch nur vermuten; denn dabei liegt die Gefahr nahe zu vergessen, dass die Grundlage des leichten Gebäudes noch der Feststellung durch die Forschung bedarf.

Diese Beschränkung können wir uns auch ohne eine nennenswerte Beeinträchtigung unserer Einsicht auferlegen. Ist es nicht fast eben so fasslich anzunehmen, dass bei der Entstehung verarmter Formen die Bildungskräfte zu schwach, als dass nicht Bildungsstoff genug zur Stelle gewesen sei? Dass sie einmal eine ungewöhnliche Richtung eingeschlagen, als dass der Bildungsstoff sich verirrt habe?

Ueberblicken wir in diesem Sinne die mehr und mehr vereinfachten Orchideenblüten, so tritt uns zunächst die auffallende Erscheinung entgegen, dass sie nur ganz ausnahmsweise innerhalb der eigentlichen Blütenähre auftreten. Ich selbst habe nur wenige Male einzelne solcher Blüten zwischen regelmässigen gefunden, wie die oben [85] beschriebene von Orchis mascula L.; aber nur einmal eine Ähre, in der verschiedenartige verarmte Blüten ohne Ordnung mit regelmässigen vermischt waren, bei einer Gymnadenia conopea R. Br., die auch sonst von fremdartigem Aussehen der oben [91] angeführten sehr ähnlich war, neben der sie auf einem Grasrande zwischen zusammengeworfenen Steinen am Wege vom Wölfelsfall nach Maria-Schnee wuchs. Noch ausgeprägter ist diese Vermischung von Blüten bei der bei verschiedenen Anlässen [37] [66] [92] genannten Pflanze derselben Art, die Faggioli bei Traso (unweit Genua) gefunden hat. Die von Duhamel beobachteten zwei Stöcke von Orchis mascula L. [87] mit lauter Krüppelblüten fallen aus der Reihe der hier in Betracht kommenden Bildungen von an sich gesundem Aussehen eigentlich ganz heraus.

Von diesen finden wir einige am oberen Ende, die meisten und weitaus mannigfaltigsten unterhalb der Ähre regelrechter Blüten, und zwar um so verschiedener von diesen, je weiter unterhalb derselben. Sind wir daher oben von diesen ausgegangen, um durch Verfolgung der stufenweisen Umbildungen für deren Teile eine sichere Deutung zu erlangen, so weist uns hier die Natur selbst den umgekehrten Weg.

Im Winkel von Blättern, die bis 4 cm unterhalb der Blütenähre, an sich eben so gut für Laub- wie für Deckblätter gehalten werden könnten, treten zuweilen fadenförmige blattlose Axillargebilde auf, die ersten Anlagen, welche die, in dieser Gegend nur zu ganz schwacher Wirksamkeit kommende blütenbildende Kraft hervorbringt, wie es bei andern Stöcken zuweilen auch durch Hemmung dieser Kraft an höher gelegenen Stellen geschieht.

Gewöhnlich der untersten regelmässige Blüte schon mehr genähert, finden wir hier und da ein ähnliches Gebilde, das an seinem Ende ein Blättchen trägt, das ihn gerade fortzusetzen scheint. Wie nicht anders zu erwarten war, ist es als ein äusseres Perigon- oder Kelchblatt zu betrachten und zwar wie die Vergleichung mit vollständigeren Blüten zeigt, als das eine aus den paarigen Kelchblättern der gewöhnlichen Blüte verwachsene Kelchblatt einer antidimeren Blüte. Noch ist der Stielfruchtknoten taub und ungedreht; das Kelchblatt kehrt daher seinen Rücken der Ährenspindel zu. Noch näher an den eigentlichen Blüten schafft die bildende Kraft schon freier. Hier findet sich dem oberen Kelchblättchen gegenüber ein kleines, von ihm zum Teil umfasstes ein. Dann tritt ein, dann zwei winzige seitliche Kronblätter hinzu, mit dem Erscheinen des Staubgefässes geht die Drehung des Fruchtknotens Hand in Hand, der hohl wird, und eine, dann zwei Samenleisten mit Ovulis besetzt enthält, so dass nur die Kronblätter grösser zu werden brauchen, um eine vollkommene antidimere Blüte mit medianen Kelchblättern darzustellen.

Auch in diesen sind, wie wir schon ihrer geringen Grösse, und der kleineren Zahl ihrer Teile wegen annehmen müssen, die Bildungskräfte noch nicht zu ihrer vollen Wirkung gelangt; doch haben sie einen gewissen Gleichgewichtszustand erreicht, wie man aus der Regelmässigkeit dieser Blüten und aus ihrem verhältnissmässig häufigen Vorkommen schliessen kann, namentlich im Vergleich zu den sparsamen Uebergangsstufen zu den gewöhnlichen dreizähligen nach oben, wie der noch sparsameren zu den nur noch zweiblättrigen Blüten nach unten. Fast stets einzeln noch unter den dreizähligen habe ich sie in ziemlicher Anzahl bei Gymnadenia conopea R. Br. gefunden, während sie bei Orchis mascula L. Goodyera repens, R. Br., Platanthera bifolia Rchb. fast immer, bei Orchis latifolia L. stets die obersten Blüten waren. Hier darf man aus denselben Gründen, aus denen wir bei den unteren Blüten auf noch unvollständige Entfaltung der bildenden Kräfte schlossen, wohl annehmen, dass eine Erschöpfung, ein Zurücksinken derselben stattgefunden hat, wofür ausserdem noch spricht, dass auch die regelmässigen Blüten im oberen Teil der Ähre allmählich an Grösse abnehmen, die obersten zweizähligen fast immer noch kleiner sind, als die nächst vorhergehenden und sich nur unvollständig öffnen, oft so wenig, dass eine Befruchtung durch Insekten sehr erschwert sein würde.

D. Vereinfachung von Orchideenblüten durch Verwachsung.

Die bisher betrachtete Vereinfachung von Orchideenblüten beruhte vornehmlich auf der Verkümmerung und dem endlichen Schwinden von einzelnen ihrer Teile; doch wirkte dabei mehrfach auch deren Verwachsung mit; namentlich liess sich beim Uebergange der dreizähligen in die zweizähligen Blüten die Verschmelzung der paarigen Kelchblätter bis zu einem einfachen Blättchen stufenweise verfolgen.

I. Verwachsung von Blütenblättern.

Daran reihen wir einige vereinzelt dastehende Fälle, die schon deshalb von geringerem morphologischen Wert sind. Dieser sinkt bei andern noch weiter dadurch, dass sie an sehr kleinen, ja an verkrüppelten Blüten beobachtet worden sind und daher nur kurz erwähnt zu werden brauchen. [114] Verwächst das unpaare Kelchblatt mit einem der beiden paarigen, so behält es wohl seine aufrechte Stellung bei, wie bei einer von W. G. Smith beobachteten Blüte von Ophrys araneifera Huds. [1]), und zwingt dadurch das mit der unteren Hälfte seines hinteren Randes fest gehaltene seitliche Kelchblatt, sich schräg aufzurichten, während das andere freie schräg abwärts gerichtet

[1]) Im Anschluss an: Moggridge. Ophr. insectif. mitgeteilt von Seemann in: Journ. of bot. IV. 1866; Pl. 47, Fig. 5, 5a.

[115] bleibt. Wydler [1]) fand dagegen bei einer sonst ähnlichen Blüte derselben Art (IV. 107) das unpaare Kelchblatt (c') durch die auch etwa bis zu halber Höhe reichende Verwachsung seines Randes [116] mit dem einen der paarigen Kelchblätter (c'') weit nach dessen Seite herübergezogen. Aehnlich Faggioli [2]) bei Anacamptis pyramidalis Rich. Ob hier die beiden, seiner Auffassung nach fehlenden paarigen Kronblätter nicht in die zu beiden Seiten der Mitte stehenden Staubgefässe verwandelt waren, ist bei der unregelmässigen Blüte nicht wohl zu entscheiden.

Fast eben so selten sind alle drei Kelchblätter auf der Rückseite der Blüte mit einander [117] verwachsen. So fand sie Mettenius an sonst unveränderten Blüten von Orchis mascula L. [3]) [118] Bei der untersten einer mittleren und der obersten, der elften, Blüte einer Ähre von Orchis latifolia L. (IV. 109) waren die regelmässig gestellten paarigen Kelchblätter (c'', c''') mit ihren hinteren Rändern bis beinahe zur halben Höhe mit denen des unpaaren Kelchblatts (c') verschmolzen [4]). In [119] ähnlicher Weise fand Wydler [5]) bei einer Ophrys araneifera Huds. bei der zweiten und bei der vierten und den folgenden, halb pelorischen Blüten die drei Kelchblätter bis zur Hälfte mit einander verwachsen, während bei der dritten das eine, wie oben bemerkt [115], frei war.

[120] Auch in einer der von J. E. Gray [6]) beobachteten Blüten einer Ophrys apifera Huds. mit wenig veränderten freien paarigen Kronblättern und drei in eine Säule verwachsenen Staubgefässen waren die drei, in der obersten Blüte zwei, von diesen getrennten Kelchblätter bis zur halben Höhe mit einander verwachsen.

Verwachsung der Kronblätter mit einander ist von unseren Orchideen nicht bekannt [7]). Auffallender Weise kommt bei ihnen häufiger, als das Verwachsen gleichartiger Blütenteile das von Blättern verschiedener Wirtel vor.

[121] So fand Henslow [8]) in der untersten Blüte einer Habenaria (Platanthera) chlorantha das unpaare Kelchblatt mit dem einen der paarigen Kronblätter bis nahe an die noch frei gebliebene Spitze verwachsen [9]) und zugleich die beiden paarigen Staubgefässe des inneren Wirtels ausgebildet und hinten noch durch eine Haut verbunden, während das mediane gewöhnliche Staubgefäss [122] fehlt [215]. Ebenso erhielt Masters [10]) eine Blüte der Ophrys apifera Huds., in der „eins der Sepalen mit einem der seitlichen Petalen verwachsen war“ und in der sich ausserdem zwei divergente Lippen befanden.

Eine ganze Reihe von Blüten mit fortschreitender Vereinfachung durch Verwachsen von Perigonblättern habe ich bei Gymnadenia conopea R. Br. aufgefunden: Zunächst zeigte eine [123] stattliche, sonst durchweg dreizählige Blüte das unpaare Kelchblatt mit dem einen der paarigen Kronblätter bis oben hin verwachsen, so dass sie als ein einfaches Blatt erschienen. Das oben breit abgestutzte Kelchblatt war aber derber, tiefer rot; das in einer stumpfen Kante nach vorn gewendete

[1]) Wydler. Orchid. triandr. Tab. XVI. A. Fig. 1. Ueber die inneren Blütenteile siehe [354].

[2]) Faggioli. Casi terat p. 523, Fig. 18.

[3]) Reichenbach. Icones. p. 42.

[4]) Auf die Beziehung dieser Erscheinung zu der Umbildung der paarigen Kronblätter in Staubgefässe kommen wir später [346] zurück.

[5]) Wydler. Orchid. triandr. p. 311.

[6]) Gray, J. E. Ophr. apif. p. 213.

[7]) Abel. Monstros. Orch. giebt bei einer Blüte von Ophrys araneifera Huds. Verwachsung eines labelloiden äusseren Kronblatts mit der Lippe an; doch ist die Deutung der Blüte nicht sicher.

[8]) Henslow. Hab. chlor Tab. I. B. Fig. 1—4; Diagramm Textfigur p. 105.

[9]) Henslow sagt zwar: „The anterior sepal is united with one of the lateral sepals“; nach seiner Fig. 1 soll es aber heissen: The anterior sepal (bei nicht resupinirter Blüte, also das unpaare Kelchblatt) is united with one of the lateral petals.

[10]) Masters. Ph. ter. S. 413

Kronblatt zarter und blasser, so dass auch abgesehen von der Stellung beider Teile kein Zweifel über ihre Natur sein konnte.

[124] Dieser wesentlich gleich gebaut waren zwei von Faggioli [1]) bei derselben Art gefundene Blüten.

[125] Nicht ganz so klar war dies bei einer anderen Blüte dieser Art von Wölfelsgrund (IV. 113), da dieselbe auch sonst mehrfache Abweichungen zeigte. Das freie paarige Kronblatt (k'') war nämlich hier nicht, wie noch bei den vorigen, über das Staubgefäss gewölbt, sondern flach ausgebreitet, das andere aber (k'') mit dem unpaaren Kelchblatt (c') bis oben hin zu einem scheinbar einfachen Blättchen verwachsen. Dieses aber umfasste doch mit seinem hinteren, dem Kelchblatt angehörenden Rande das freie Kronblatt (k'''), mit dem vorderen ganz wie das letztere, den Saum der Lippe (k'). Diese war auffallend breit, durch eine flache Längsfurche gewissermassen gefaltet, ihr kleiner Mittellappen zweispaltig und ihr kurzer, aber sehr breiter Sporn ging am Ende in zwei ungleiche Schenkel aus, so dass man hätte an eine Verwachsung aus zwei Blüten denken können. Allein nicht nur das Deckblatt, sondern die übrigen Blütenteile, namentlich die paarigen Kelchblätter, das Staubgefäss und der Fruchtknoten waren die einer gewöhnlichen dreizähligen Blüte und schlossen eine solche Annahme aus.

[126] Die weiteren Vereinfachungen fanden sich an kleinen, z. T. kümmerlichen Pflanzen mit allen Uebergängen bis zu, ihrer Anlage nach, zweizähligen Blüten. Ein Kronblatt war, wie in den beiden vorhergehenden, mit dem unpaaren Kelchblatt verwachsen, während das andere frei, die beiden paarigen Kelchblätter aber an Stelle der fehlenden Lippe bis zu zwei Dritteln und darüber mit einander verwachsen waren.

[127] Mit beiden seitlichen Kronblättern in ein oberes Blättchen verschmolzen war das unpaare Kelchblatt bei einer kleinen Blüte, deren andere beide Kelchblätter frei an der gewöhnlichen Stelle standen, während die Lippe zwischen ihnen fehlte, womit es wohl zusammenhing, dass der dreikantige Fruchtknoten nur zwei seitliche Samenleisten enthielt. Die Verwachsung der beiden paarigen Kronblätter mit dem zwischen ihnen stehenden Kelchblatt war hier noch deutlich zu erkennen an zwei Einschnitten am oberen Rande, von dem zwei Abschnitte sich über dem Staubgefäss zusammenneigten, während der dritte aufgerichtet war.

[128] Wo endlich das unpaare Kelchblatt mit beiden paarigen Kronblättern verschmolzen und zugleich die beiden paarigen Kelchblätter bis zur Hälfte oder bis nah an die Spitze verwachsen sind, ähnelt die Blüte einer durch Fehlschlagen zweiblättrigen, wie wir sie oben beschrieben haben [2]). Dass aber hier nur durch Verwachsung veränderte zweizählige Blüten vorliegen, erkennt man bald daran, dass das obere der beiden Blätter dreilappig ist und sich von den Einschnitten flache Furchen bis nach dem Grunde hinziehen (wie IV. 115); wo aber auch diese fehlen (wie IV. 114), lässt sich auf die zweizählige Anlage der Blüte aus der Aehnlichkeit mit der vorigen, aus den noch nicht vollständig mit einander verwachsenen paarigen Kelchblättern (c'', c''') aus dem bei allen diesen Blüten vorhandenen Staubgefäss, und dem gedrehten Fruchtknoten mit zwei Samenleisten schliessen, während diese Organe bei den durch Fehlschlagen der Kronblätter zweiblättrigen Blüten fast durchweg fehlen.

[129] Alle sechs Perigonblätter sind nach einer Angabe von Schulze [3]) bei Orchis ustulata L. „frei oder seltener am Grunde verwachsen."

[130] Auf zwei Pflanzen von Orchis maculata L., deren Krüppelblüten nur aus den in eine sechsspaltige Röhre verwachsenen Perigonblättern bestanden, ohne Staubgefässe und Fruchtblätter, bei der also eine Fortpflanzung durch Samen ausgeschlossen war, ist lächerlicher Weise nicht nur eine neue Art, sondern eine eigene Gattung gegründet worden [4]).

[1]) Faggioli. Casi terat. p. 517, Fig. 3 u. p. 519, Fig. 9.
[2]) Siehe oben [83]—[93].
[3]) Schulze. Orchid. Dtschl., Nachträge und Berichtig. 6.
[4]) Lönnroth. Sten. curv. — Fries, Stenanth p. 224—226.

Das mehrfach beobachtete Anwachsen der paarigen Kronblätter an die Griffelsäule, wenn sich an ihnen Staubbeutelfächer ausbilden, werden wir bei diesen anführen.

An diese Verwachsungen von Blütenteilen schliessen wir noch einige Beobachtungen über ähnliche Vorkommnisse bei Laub- und Deckblättern an, die uns dann zu der Betrachtung der Zwillingsblüten und von diesen zu den vier- und fünfzähligen Blüten hinüberleiten. Verwachsungen von

II. Laubblättern

[131] mit einander habe ich bei Orchis maculata L. in grosser Mannigfaltigkeit gefunden. Nicht selten waren zwei der sonst hoch über einander stehenden Blätter neben einander gerückt, so dass ihre gemeinsame Insertionslinie horizontal oder wenig schief war, und mit den Rändern verwachsen: bald so weit, dass nur am Ende die Spitzen getrennt waren, doch jede Seite mit ihrer eigenen Nervatur; öfter [132] bis in die Mitte, so dass sie wohl den von Clos [1]) erwähnten ähnlich waren; am häufigsten nur [133] am Grunde eine kurze Strecke mit einander zusammenhängend. Oefter aber hatte sich der Stengel mit den beiden Blattinsertionen so gestreckt, das ihre Anwachslinie schief um den Stengel anstieg [134] (IV. 116, 117). Mehrmals aber war die Streckung des letzteren so stark gewesen, dass das in die Höhe gehobene jüngere Blatt von dem andern abgerissen war. Dann konnte man die Zerreissungslinie als einen vertrockneten, gebräunten, unebenen Streifen sowohl an dem unteren, wie an der ihm zugekehrten Seite des oberen Blattes noch unterscheiden, namentlich aber liess sich von dieser abwärts eine ähnliche rauhe Linie am Stengel herab bis zum unteren Blattrande verfolgen. Einmal fand ich ein Paar solcher Blätter, von denen eins eben erst anfing, vom andern abzureissen, andere, bei denen es 3, 8, 10 bis zu 13 mm über das untere emporgehoben war.

[135] Einen wirklich merkwürdigen Anblick gewährte eine kräftige Pflanze (IV. 119), bei der die vier obersten Laubblätter ursprünglich wohl fast auf gleicher Höhe neben einander angelegt mit den Rändern so verwachsen waren, dass nur der linke Rand des untersten Blattes (I) und der rechte des dritten (III) wie die Ränder des obersten (IV) frei blieben, dieses mit den nächst unteren nur wenig, die folgenden mit einander immer höher hinauf verwachsen sind. Da der Umfang des Stengels nur gegen 16 mm, die Basis der verwachsenen Blätter aber 20 mm breit war, so müssen sie, auch wenn ihre Breite durch Zerrung etwas stärker zugenommen haben mag als der Stengelumfang, doch in einer flachen Spirale um diesen gestanden haben. Nun hat sich das Stengelglied zwischen dem untersten Blatte (I) und den drei oberen so gestreckt, dass diese $5^1/_2$ cm hoch über das erstere emporgehoben worden sind, während sie selbst noch gleich hoch neben einander stehen (t—z″). Dieser Streckung hat das Blatt (II) nicht folgen können, und da es bis beinahe an die Spitze mit dem untersten verwachsen war, ist es vom Grunde aus bis weit hinauf von diesem abgerissen (z′—n=n—z″), ebenso von oben her von dem nächst höheren weit herunter (w″—u=u—w′), so dass es als ein S förmig gekrümmter Streifen den Grund von diesem mit dem oberen Teil des untersten Blattes verbindet. Nicht nur die Zerreissungslinien sind, ähnlich wie bei den oben angeführten Blättern, noch vollständlich deutlich zu erkennen, sondern auch die Linie, welche sich von einer zur andern um den stark gedrehten Stengel herum nach unten herabzieht. Denken wir uns die vier mit einander verwachsenen Blätter vom Stengel an ihrer Anwachsstelle abgelöst und flach ausgebreitet (IV. 118), so dass sie in den beiden Zerreissungslinien: 1) z′.z″—n, und 2) w′.w′—u, soweit wie möglich aneinander gelegt werden, so sieht man, dass die an dem untersten Blatte (IV. 118 : z′—n) über 1 cm länger ist, als am zweiten (z″—n). Daraus kann man schliessen, dass das erstere sich nachträglich um so viel mehr in die Länge gestreckt hat, als das jüngere, was bei seiner viel grösseren Gesamtlänge auch nicht überraschen kann.

[1]) Clos. Orch. mac. hat nur die kurze Angabe, dass bei Orchis maculata zweispitzige Blätter vorgekommen sind.

Es erinnert diese Erscheinung an eine ganz ähnliche Zerreissung, die H. de Vries [1]) beschrieben und am schönsten von Dipsacus silvestris torsus, abgebildet hat, nur dass der Riss hier die Mittelrippe eines Blattes spaltete, wo der Widerstand am geringsten war, während er bei unserer Orchis maculata L. wenn nicht genau in, doch nahe neben der Verwachsungslinie zweier [136] Blätter verlief. Wo hier zwischen den, wenigstens ursprünglich, verwachsenen Blättern eine Drehung des Stengels stattgefunden hat, die das obere Blatt mehr und mehr gerade über das untere zu stellen strebt, werden wir eine Zwangsdrehung des Stengels annehmen müssen, die sich, nach der Einteilung durch de Vries [2]) den, bei Arten mit zerstreuten Blättern vorkommenden uneigentlichen Zwangsdrehungen anschliessen würde und zwar dem sechsten Typus, bei dem die Blattklemme durch Verwachsung normal spiraliger Blätter entstanden ist, wie sie bisher nur einmal bei Polygonum Fagopyrum beobachtet worden ist.

Denn wo, wie bei den, Figur IV. 116 von der einen, Figur 117 von der andern Seite gesehenen Blättern, das obere sich weit nach dem unteren hinüberbiegt, indem die Anwachsstelle seines freien Randes durch das Wachstum des Stengels in die Höhe gehoben, die andere zurückgehalten ist, während bei dem unteren der freie Rand zurückgeblieben, der andere aber viel höher angewachsen ist, so können wir uns das nur dadurch erklären, dass die, wenn auch nur 2—3 mm breite Verwachsung beider (bis z), den letzteren in die Höhe gezogen, den ersteren zurückgehalten hat. Dadurch musste sich die zusammenhängende Anwachsstelle beider Blätter schief aufrichten und von oben betrachtet, einen kleineren Teil des Stengelumfangs einnehmen, was ohne Zerreissung nur geschehen konnte, wenn dieser sich nur eben so viel nach dem freien Rande des oberen Blattes hin drehte, wie das in Fig. 117 deutlich hervortritt. Diese Drehung des Stengels können wir daher um so zuversichtlicher als eine Zwangsdrehung bezeichnen, als sie erst am unteren Ende der Anwachsstelle der beiden Blätter beginnt und über ihr so gut wie ganz aufhört.

[137] Ein ähnliches Bild bot ein sehr kräftiger Stengel, bei dem aber das obere Blatt vom unteren abgerissen und 8 mm über die ursprüngliche Verwachsungsstelle beider emporgehoben war; auch war hier das lange Stengelglied unterhalb derselben, wenn auch nur schwach gedreht.

[138] Danach ist sehr wahrscheinlich, dass auch bei der vorher [135] beschriebenen Pflanze (IV. 118, 119), die starke Drehung des Stengelgliedes zwischen dem untersten Blatte und den drei jetzt nicht weniger als $5^1/_2$ cm höher stehenden Blättern dem Widerstande zuzuschreiben sei, den die Verwachsung beider Teile der Dehnung des Stengels lange entgegengesetzt hat, und als eine Zwangsdrehung anzusehen ist. Dafür spricht auch, dass das gestreckte Stengelglied an der konkaven Seite stark quer gerunzelt ist (IV. 119 e), während die konvexe Seite glatt ist.

Auffallend ist dagegen, dass der Stengel allein zwischen dem untersten und den drei obersten Blättern, sich, und zwar sehr stark, gestreckt hat, indem die Anwachsstellen wie des unteren, so aller drei oberen Blätter sich wagerecht um den Stengel herumziehen; noch mehr, dass dieser auch oberhalb der letzteren seine Drehung, wenn auch schwächer werdend, eine Strecke weit fortsetzt, bis sie zwischen den unteren Blüten allmählich aufhört. Diese Drehung können wir nicht mehr einem Zwange zuschreiben, sondern nur der unbekannten Ursache, die auch sonst zuweilen diese Erscheinung hervorruft und vielleicht ist dieselbe auch schon zwischen den verwachsenen Blättern thätig gewesen und es ist durch deren Widerstand nur ihre Wirkung gesteigert worden.

Solche freiwillige Drehungen sind auch schon einige Male bei Orchideen gefunden worden; so sah Kros [3]) auf der Insel Ameland eine Epipactis palustris Crtz., deren Stengel unten spiralig

[1]) Vries. Zwangsdreh. S. 36—38; Taf. VII, Fig. 4.
[2]) Ebda. S. 85—86.
[3]) Kros. De spira p. 74, nach Morren Lobelia p. 115 und Vries Zwangsdreh. S. 181, 190

gedreht war. H. de Vries [1]) erwähnt aus der Sammlung von Al. Braun einer Platanthera bifolia Rchb. von Heringsdorf, welche oberhalb der zwei grossen Blätter auf einer tordirten Strecke des Stengels zwei kleinere trug und ebendaher [2]) zwei Pflanzen von Orchis maculata L. aus Thüringen mit in der Mitte gedrehtem Stengel.

[139] Einen ähnlichen Fall habe ich bei Schreiberhau an derselben Art beobachtet, der sich dadurch auszeichnete, dass die Drehungsrichtung des Stengels bei dem mittleren Blatte plötzlich wechselte. Der schlanke, nur 2—3 mm dicke Stengel mit schmalen, 2—4 cm langen Blättern war oberhalb eines Blattes fast um einen ganzen Umfang nach links (von vorn gesehen) gedreht, so dass das nächste gegen $3^1/_2$ cm höher stehende Blatt dem vorigen wieder beinahe gegenüber stand, mit schief nach rechts ansteigender Anwachsstelle. Hier aber schlug die Drehung nach der andern Seite um, beschrieb nach rechts ansteigend einen halben Umfang bis zu dem 5 cm höheren nächsten Blatte, von dem aus der Stengel zwischen weiteren zwei Blättern bis in den Blütenstand gerade aufwärts verlief.

III. Verwachsung von Deckblättern.

Wie die Laubblätter, so verwachsen zuweilen auch die ihnen nahe verwandten Deckblätter mit einander, und zwar häufiger als jene, was bei ihrem viel geringeren gegenseitigen Abstande leicht erklärlich ist. Ihre Verwandtschaft spricht sich hier einige Male in ihrem gleichen Verhalten aus.

[140] An einer Orchis sambucina L. hat Clos [3]) das oberste Laubblatt (feuille terminale) und das erste Deckblatt am Ende zweispitzig gefunden, jede Seite mit der vollständigen Nervatur, weshalb er eher geneigt ist, eine Verwachsung als eine Spaltung anzunehmen. Ob das Deckblatt eine einfache oder eine aus zweien verwachsene Blüte in seinem Winkel trug, ist leider nicht angegeben, so dass uns der

[141] wichtigste Anhalt zur Beurteilung fehlt. Noch deutlicher spricht der andere Fall. Penzig [4]) sah an einer fast normalen Pflanze von Ophrys apifera Huds. nicht nur die drei obersten Laubblätter am Grunde verwachsen und, durch die Streckung des Stengels schief angeheftet spiralig um diesen verlaufen, sondern auch die zwei untersten Deckblätter durch eine Verwachsungsnaht mit ihnen und unter sich verbunden. Gewöhnlich aber scheinen sich hier, wie wir dies bei manchen Laubblättern annehmen müssen, am ausgeprägtesten aber bei den über ihr Deckblatt in die Höhe gerückten Fruchtknoten wieder finden werden, einzelne schmale Streifen des Stengels stärker in die Länge gestreckt zu haben, als die seitlich an sie grenzenden. Dadurch rückt ein unteres und gewiss früher angelegtes Deckblatt, wenn auch nicht gerade das nächst ältere, neben ein höher stehendes und verwächst dann oft seitlich mit ihm: bald nur ganz am Grunde, am häufigsten etwa bis in die Mitte, seltener bis nahe ans obere Ende. Hier laufen die Mittelrippen beider Blätter immer in zwei getrennte Spitzen aus, wodurch man schon auf die Zusammensetzung dieser Blätter aufmerksam gemacht wird.

[142] Auffallender Weise steht der Grad ihrer Verwachsung in keiner regelmässigen Beziehung zu dem der Blüten in ihren Blattwinkeln. Bei Orchis globosa L. fand ich einmal vor zwei, fast bis an die Spitze verwachsenen Deckblättern, zwei ganz getrennte Blüten, bei Gymnadenia albida Rich. und G. conopea R. Br. waren vor zwei solchen Blüten die Deckblätter bis zu zwei dritteilen verwachsen, zur Hälfte einmal bei der letzten Art und einmal bei Orchis maculata L. Umgekehrt stand vor zwei getrennten nur am Grunde einander berührenden Deckblättern von Gymnadenia conopea R. Br. wiederholt eine Zwillingsblüte; ja bei einer von diesen waren die beiden Fruchtknoten so stark verwachsen, dass sie nur einen, beiden gemeinsamen Hohlraum enthielten. Aber auch bei mittelhoch

[1]) Vries. Ebda. S. 159.
[2]) Vries. Ebda. S. 158—159.
[3]) Clos. Fasc. d'obs. p. 101.
[4]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 362.

verschmolzenen Deckblättern sind die zu ihnen gehörigen Blüten bald nur eben an einander gewachsen, bald vollständiger vereinigt, so bei mehreren von mir bei Orchis mascula L., O. maculata L., Gymnadenia albida Rich. und G. conopea R. Br. gefundenen zweispaltigen Deckblättern und wohl bei den von Faggioli bei der letzten Art [1]) wie bei Anacamptis pyramidalis Rich. angeführten. [2]) Eine bei den Orchideen nur ganz vereinzelt vorkommende Erscheinung [3]), das Verwachsen des Deckblatts mit dem Fruchtknoten, gewinnt dadurch einiges Interesse, dass dadurch ähnliche Störungen im Bau der Blüte hervorgerufen werden können, wie sie regelmässig z. B. beim Fichtenspargel Monotropa hypopitys L. eintreten, wenn das Deckblatt mit dem Blütenstiel verwächst.

[143] In einer reichblütigen Ähre von Gymnadenia conopea R. Br. vom Urnitzberge unter dem Glatzer Schneeberge, waren die Blüten im oberen Drittel regelmässig. Bei den tiefer stehenden war bald nur das Deckblatt am Grunde mit dem Fruchtknoten verwachsen, bei andern bis zur Hälfte, einmal bis nah unter die Blumenkrone. Hier war sein freier Teil noch krautig und grün, ein breiter Saum aber war zart und rosafarben, fast wie die Blumenblätter, der Fruchtknoten aber mit dem angewachsenen unteren Teil des Deckblatts gedreht, die Blüte auch, übrigens wie gewöhnlich. Bei der zweiten Blüte von unten war das Deckblatt ebenfalls bis dicht unter die Blumenblätter mit dem nicht gedrehten, sondern nur stark gekrümmten Fruchtknoten verwachsen; man konnte es aber an einem an diesem herablaufenden starken Wulst bis zum Stengel verfolgen; auch war sein freier Teil zwar am Rande rot überlaufen, übrigens aber krautig und grün und noch einmal so lang als die Kelchblätter, so dass über seine Natur als Deckblatt kein Zweifel war. Ueber ihm fehlte aber das unpaare Kelchblatt, während die paarigen und die Lippe mit ihrem langen Sporn nichts Ungewöhnliches zeigten. Die etwas verbreiterten paarigen Kronblätter waren vor der Lücke des geschwundenen Kelchblatts zusammengerückt, ja mit den Rändern über einander geschoben, gewissermassen den Uebergang zu einer paradimeren Blüte darstellend. Das Staubgefäss war kümmerlich ausgebildet. Zwischen dieser Blüte und den höher oben stehenden, fand sich nun eine Anzahl solcher, die von gewöhnlichen äusserlich nicht verschieden waren, nur dass sie keine Deckblätter hatten. Wir gehen aber wohl nicht fehl, wenn wir annehmen, dass diese nur unten mit den Fruchtknoten eng verwachsen, ihr oberer freier Teil aber nun ganz die Bildung des unpaaren Kelchblatts angenommen hatte und an dessen Stelle getreten war. Es würden dann die ihrem Aussehen nach regelmässigen Blüten eigentlich eine ganz anomale Zusammensetzung haben.

Als eine

IV. Verwachsung des Fruchtknotens mit dem Stengel

[144] betrachtet man wohl das Hinaufrücken desselben über sein Deckblatt; in gewissem Sinne auch mit Recht; denn von der Stelle, von der bei solchen Orchideenblüten der Fruchtknoten vom Stengel abgeht, läuft ein vorspringender, beiderseits scharf begrenzter Gewebestreifen bis zum Deckblatt herab. Einen Teil des eigentlichen Fruchtknotens stellt dieser freilich nicht dar, da er nicht hohl ist und keine Eichen enthält. Es ist wohl am natürlichsten sich vorzustellen, dass der Stengel gerade oberhalb des Deckblatts zugleich mit dem an ihm ansitzenden untersten dichten Teil des Fruchtknotens ausnahmsweise eine starke Streckung erfahren hat, die nicht einmal den übrigen Umfang des Stengels ergriffen, sondern nach rechts und links rasch abgenommen hat. Bei einer Orchis mascula L. von Wölfelsdorf war das Deckblatt der untersten, 7 mm über dasselbe hinauf gerückten Blüte in einem halbmondförmigen Bogen am Stengel angewachsen, die Mitte fast 1 cm höher als der linke Rand, während die Streckung des Stengels gewöhnlich erst oberhalb des Deckblatts beginnt und dieses, wie sonst, wagerecht an ihm angeheftet ist.

[1]) Faggioli. Casi terat. p. 519. Fig. 10.
[2]) Ebda. p. 522, Fig. 15.
[3]) Penzig. Consid. p 85.

Regelmässiger als andere, weniger sonderbare Verbildungen nimmt diese an Stärke von unten nach oben ab. Sowohl bei Orchis mascula L. wie bei Orchis maculata L. und Gymnadenia conopea R. Br., bei denen ich sie wiederholt beobachtet habe, ebenso bei einer von Penzig [1]) beschriebenen zweizähligen Blüte von Ophrys arachnites (O. fuciflora Rchb.) zeigt sie sich am häufigsten überhaupt nur bei der untersten Blüte, seltener noch bei der nächsten in ganz geringem Grade. In einer lockeren Ähre von Orchis maculata L. stand jedoch die unterste Blüte mehrere Centimeter über ihrem Deckblatt, die nächste schon viel weniger, und so fort; erst die oberen Blüten rückten an ihre Deckblätter heran. Auch bei einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br., deren untere, fünf kleine verkümmerte Blüten auf langen, fadenförmigen Stielen regellos zweizählig, teils zwei oder nur einblättrig waren, nahm die Höhe, in der die Stiele über den Deckblättern standen, von 13 mm und 15 mm auf 8 mm und zuletzt auf 7 mm ab, während die folgenden regelrechten Blüten wie gewöhnlich blattwinkelständig waren. Aehnlich fand M. Schulze [2]) bei einer Ähre dieser Art mit proliferirenden Blüten nur bei den untersten die sehr verlängerten Fruchtknoten zur Hälfte oder noch etwas darüber mit der Spindel verwachsen und daher scheinbar weit über der Basis ihrer Deckblätter inserirt.

V. Zwillingsblüten.

Eine ungleich grössere Beachtung verdienen die Verwachsungen zweier Blüten mit einander zu einer Zwillings- oder Doppelblüte, einer Synanthie, mehr Beachtung, wie ich glaube, als ihnen bis jetzt zu Teil geworden ist. Denn meistens wird nichts als die Thatsache angeführt, dass sie bei einer Art gesehen worden sind und doch lässt sich durch sie vielleicht das Zustandekommen aller mehr als dreizähligen Orchideenblüten erklären.

Wir haben schon bei Besprechung der mit einander verwachsenen Deckblätter mehrfach die in ihrem Winkel stehenden Zwillingsblüten erwähnt und dabei ausgeführt, dass deren Verwachsung keineswegs mit der, der sie stützenden Deckblätter gleichen Schritt hält.

Ebenso wenig habe ich die sehr nahe liegende Annahme bestätigt gefunden, dass Zwillingsblüten besonders in reichblütigen Ähren und gedrängten Blütenständen vorkommen. Denn bei den wenigen Arten der Gattung Ophrys mit ihren armblütigen Ähren ist ein erheblicher Teil der bekannten Doppelblüten gefunden worden und gerade in den Ähren, in denen die Blüten am dichtesten zusammengedrängt stehen, wie bei Orchis globosa L. und Nigritella nigra Rchb. fil., ist mir keine einzige Verwachsung vorgekommen, während bei der letzteren Art die gleich nach der Blütezeit etwas anschwellenden Fruchtknoten so gedrängt stehen, dass sie einander gegenseitig platt drücken und im Winkel der beiden einzigen bis nahe an die Spitze verwachsenen Deckblätter von Orchis globosa L. zwei ganz getrennte Blüten standen. Eine Regel über das Vorkommen solcher Bildungen lässt sich aus den bisher bekannten Fällen noch nicht ableiten.

[145] Dagegen stimmten sie in einem Punkte mit einander überein. Nur einmal ist im Winkel der zwei obersten Deckblätter an der Spitze des Stengels einer Ophrys arachnites Reichard (O. fuciflora Rchb.) eine Blüte gefunden worden, deren sehr ungewöhnlichen Bau Cramer [3]) aus der Verwachsung zweier Blüten mit zwei nach vorn oder hinten gewendeten, ihren Lippen entsprechenden Flächen glaubt erklären zu müssen. Mit dieser einen Ausnahme sind die beiden Blüten, wie es bei seitlich am Stengel stehenden auch nicht anders zu erwarten war, mit ihrer, sowohl in der ursprünglichen Anlage, wie nach ihrer Umdrehung rechts oder links liegenden Fläche verwachsen. Wie aber bei zwei getrennten Blüten hinter einem zweispitzigen Deckblatt die Lippen meist nicht gerade nach

[1]) Penzig. Note terat. p. 5. Tav. IV. 6; s. oben [74].
[2]) Schulze. Nachtr. I. S. 83.
[3]) Cramer. Bild. abw. S. 12; Taf. XIII, Fig. 7. 8. — Taf. XIV, Fig. 1. 2.

vorn, sondern etwas nach aussen sehen, so sind auch die Zwillingsblüten in der Regel oben tiefer mit einander verschmolzen, während die Lippen sich etwas von einander abwenden.

Dass man sich die Entstehung dieser Zwillingsblüten nicht so vorstellen darf, dass zwei fertige oder auch nur fertig angelegte Blüten nachträglich zusammenwüchsen, darüber braucht man heut kein Wort mehr zu verlieren. Lange genug hat der Uebelstand, dass die deutsche Sprache, wie andere Sprachen auch, für ein aus zwei sonst selbständigen Stücken bestehendes Ganzes in vielen Fällen keinen Ausdruck hat, der nicht zugleich die Entstehung aus diesen Stücken ausdrückte, bei denen Verwirrung angerichtet, die immer wieder an den Ausdruck anknüpften, so oft auch schon erklärt worden war, in welchem Sinne dieser hier zu verstehen sei.

Stehen nun zwei Blütenanlagen so nahe nebeneinander, dass die Kelchblätter — und dann auch die weiter nach innen liegenden Blütenteile — angelegt werden können, ehe sie einander berühren, so verschmelzen die sich nun erhebenden Fruchtknotenwände in einen oft nur ganz schmalen Streifen mit einander und wachsen so vereint in die Höhe. Ihr Querschnitt gleicht dann dem von Orchis maculata L. (V. 121) wiedergegebenen. Den Fall, dass sie nur am Grunde oder etwa zur Hälfte mit einander verwachsen gewesen wären, habe ich nie gefunden. Nur einmal, bei einer Zwillingsblüte von
[146] Gymnadenia conopea R. Br. waren die obersten Enden der beiden Fruchtknoten frei, obgleich sie im Winkel von zwei, bis zur Mitte mit einander verwachsenen Deckblättern standen. Die durch ihre Verwachsung immer sehr erschwerte Drehung war hier ganz unterblieben; ihre beiden Hohlräume mit drei wie gewöhnlich gestellten Samenleisten waren ganz getrennt und über jedem von ihnen stand eine vollständige dreizählige Blüte.

[147] In einer ähnlichen Zwillingsblüte derselben Art im Winkel von zwei getrennten, wenn auch am Grunde einander berührenden Deckblättern, hingen die beiden Fruchtknoten an der dem Deckblatt zugekehrten Kante bis oben hin, doch in einem so schmalen Streifen zusammen, dass der eine in der oberen Hälfte eine halbe Drehung hatte ausführen können, durch welche die Lippe fast dem anderen zugewendet ist. Die in dem engen Raum zwischen den beiden Blüten liegenden paarigen Kelchblätter — wir wollen sie kurz als die „inneren" bezeichnen — stehen in ihm aufgerichtet, mit dem Rücken einander zugekehrt, scharf gefaltet, statt sich wie die beiden freien Kelchblätter, nur umzurollen.

[148] Gewöhnlich aber haben bei solchen Blüten die zwei „inneren" Kelchblätter in dem engen Spalt zwischen den übrigen Blütenteilen keinen ausreichenden Raum gefunden und es hat sich das eine zwischen den beiden Lippen (V. 120 C‴ der linken Blüte), das andere (c‴ der rechten angehörig) zwischen den unpaaren Kelchblättern herausgedrängt, wie ich das bei Orchis maculata L. von Wölfelsgrund mit wie gewöhnlich zweispaltigem Deckblatt und von Schreiberhau mit zwei getrennten Deckblättern und bei Gymnadenia albida Rich vom Csorba-See in der Tatra gefunden habe.

Werden die zwei Blüten noch näher aneinder angelegt, so kommen nicht mehr, wie bisher, alle ihre Teile zur freien Entwickelung.

[149] So traten bei einer Zwillingsblüte von Orchis mascula L. zwei bis über die Hälfte verwachsene „innere" Kelchblätter zwischen den zwei Lippen hervor; während bei einer solchen von
[150] Gymnadenia conopea R. Br. diese Kelchblätter (V. 122, C‴ der linken, c‴ der rechten Blüte angehörend) wie bei der oben beschriebenen Doppelblüte längs gefaltet, mit der Rückenkante der ganzen Länge nach verwachsen waren, und neben den, ausnahmsweise nach „innen" zu aneinander gerückten Lippen zwischen den unpaarigen Kelchblättern (C′, c′) erschienen.

[151] Bei einer andern Blüte derselben Art waren nur die zwei inneren paarigen Kronblätter bis nahe unter die Spitzen verwachsen, die sich nach rechts und links gebogen jede über das Staubgefäss ihrer Blüte wölbten.

Solche unzweifelhafte Verwachsungen zweier nebeneinander stehender Kelch- und Kronblätter verschiedener Blüten berechtigen uns eine ähnliche Entstehung aus zwei Blättern auch da anzunehmen,

wo diese zu einem äusserlich einfachen Blatte vereinigt sind, bei dem wir noch in dem Vorhandensein zweier Hauptrippen, oder einer bald als Furche, bald als Rippe erscheinenden Verwachsungsnaht eine Hindeutung auf ihren Ursprung finden, endlich auch da, wo ein ganz einfaches Blatt zur Hälfte auf dem Boden der einen, zur Hälfte auf dem der andern Blüte steht.

[152] So waren bis oben hin verwachsen die bei der vorigen Blüte [149] noch an der Spitze getrennten inneren Kronblätter an einer, von C. Müller [1]) beschriebenen Zwillingsblüte im Winkel einer gegabelten Blütenaxe von Gymnadenia conopea R. Br. mit freien, zurückgeschlagenen „inneren“ Kelchblättern.

Eine wirkliche Verminderung der Blütenteile tritt aber ein, wenn einer oder mehrere derselben ganz fehlen, weil, wie wir annehmen dürfen, die Blütenanlagen so nahe aneinander sich gebildet haben, dass für zwischen ihnen liegende Teile überhaupt kein Raum vorhanden war.

So fehlte bei einer Reihe von Zwillingsblüten eins der „inneren“ Kelchblätter ganz, während die beiden „inneren“ Kronblätter, ganz wie in der eben erwähnten Blüte, in der Mitte zwischen beiden Teil-
[153] Blüten in eins vereinigt waren. Bei einer solchen Zwillingsblüte von Orchis maculata L. im Winkel eines aus zweien zu drei viertel ihrer Länge verwachsenen, Deckblatts, mit gedrehtem Fruchtknoten, der in jedem seiner gesonderten Hohlräume drei regelmässige Samenleisten enthielt, trat nur eins der „inneren“ Kelchblätter unten zwischen den beiden Lippen weit heraus, schmal, lanzettlich und so viel sich erkennen liess einfach. Das andere „innere“ Kelchblatt fehlt ganz.

Bei den übrigen, mit diesen übereinstimmenden oder noch mehr vereinfachten Zwillingsblüten, waren fast ausnahmslos die Fruchtknoten beteiligt, die in mehr als einer Beziehung unsere Aufmerksamkeit verdienen. Bei den bisher angeführten Blüten, deren Teile bis auf die wenigen angegebenen vollständig da waren, waren die beiden Fruchtknoten nur äusserlich in einem schmalen (so V. 121) selten etwas breiteren Streifen verwachsen, so dass ihre Hohlräume von einander durch die doppelte Wand getrennt, jeder die drei Samenleisten der dreizähligen Blüte, in der dieser zukommenden Anordnung enthielt. Wo dagegen die beiden Blütenanlagen näher aneinander lagen, konnte die Scheidewand zwischen den aneinander stossenden Hohlräumen nicht mehr zur Ausbildung gelangen; die übrigen äusseren Teile beider Fruchtknotenwandungen verschmolzen mit ihren Rändern vor und hinter den zu einer breiten Höhlung vereinigten Hohlräumen; statt des zweifächrigen Fruchtknotens wird die Doppelblüte von einem einfächrigen getragen (wie V. 124). Nun sollte man erwarten, dass dann die Blütenteile fehlen würden, die sonst die beide Fruchtknotenhöhlen trennende Scheidewand gebildet haben, namentlich die inneren Kelchblätter und nächstdem die an diese grenzenden Kron- und Fruchtblätter. Das ist auch in der Regel der Fall, aber doch nicht immer. Bei einer Zwillingsblüte von Gymnadenia
[154] conopea R. Br. hatte die eine Blüte nicht nur ihre drei Kelch- und Kronblätter in fast unveränderter Stellung, sondern auch die zu ihr gehörende Seite der Fruchtknotenhöhle enthält die gewöhnlichen drei Samenleisten und neben dem regelmässigen Staubgefäss ist sogar noch ein kleines wie es scheint ein paariges des inneren Kreises ausgebildet; und eben so vollständig ist die andere Blüte, so sehr auch ihre Teile durch den Druck der stärkeren Nachbarblüte, weniger an ihrer Anheftungsstelle, als weiter aufwärts aus ihrer Lage gedrängt worden sind. Auch bei ihr sind drei Samenleisten in dem ihr zugehörigen Teile der Fruchtknotenhöhle, so dass man annehmen muss, dass die Fruchtblätter an der Stelle, wo beide Höhlungen sich vereinigen, nur auseinander gewichen sind, wie die andern Blütenteile.

[155] Sechs Samenleisten, drei in jeder Hälfte des einfächrigen Fruchtknotens, hatte auch eine von Faggioli [2]) beobachtete Zwillingsblüte von Anacamptis pyramidalis Rich., bei der aber, wie bei der oben von Orchis maculata L. angeführten, ein „inneres“ Kelchblatt fehlte, während das

[1]) Müller. Gymnad. Sitz. ber. S. 103.
[2]) Faggioli. Casi terat. p. 522, Fig. 15.

andere unten zwischen den zwei Lippen heraustrat, und oben zwei innere Kronblätter mit einander verwachsen waren, vor denen auch hier ein überzähliges Staubgefäss stand.

[156] Bei einer sonst ähnlichen Doppelblüte von Orchis maculata L. fehlte ein „inneres“ Kelchblatt und ein „inneres“ Kronblatt ganz; hier aber war das überzählige Staubgefäss deutlich ein paariges des inneren Kreises.

[157] Wahrscheinlich gehört hierher auch die von Clos [1]) angeführte Blüte von Ophrys arachnites Reichard (O. fuciflora Rchb.), die oberste der beiden vorhandenen, deren Lippe, doppelt so breit, wie gewöhnlich, wohl aus zweien verwachsen war, während die „inneren“ Kelchblätter in die mittlere Spitze eines oberen Kelchblatts verwachsen waren, dessen beide seitliche Spitzen den unpaaren Kelchblättern der beiden Blüten entsprachen. Vor ihnen standen auch zwei Staubgefässe, zwischen denen die beiden inneren Kronblätter fehlten, während die äusseren Kelch- und Kronblätter wie gewöhnlich ausgebildet waren. Der breite, wie es scheint einfächrige, Fruchtknoten enthielt in einer Hälfte drei Samenleisten; die andere war leer, vielleicht nur weil die Ränder der drei Fruchtblätter keine Eichen gebildet hatten.

Oefter aber sind weniger als sechs Samenleisten so gleichmässig in der gemeinsamen Fruchtknotenhöhle verteilt, dass wir auch eine geringere Zahl von Fruchtblättern für sie annehmen müssen, [158] ohne dass gerade immer die Zahl der andern Blütenteile in gleichem Verhältnis vermindert wäre. An einer Zwillingsblüte von Orchis maculata L. (V. 123—124), stand im Winkel zweier schmaler, zur Hälfte verwachsener Deckblätter ein breiter, rechteckiger Fruchtknoten (V. 124 fk), mit fünf Fruchtblättern, zweien unter den unpaarigen Kelchblättern (C′, c′) zweien unter den paarigen (C″, c‴) und einem unter dem mittleren Blättchen (w). Ueber diesem Fruchtknoten stehen zwei vollständigere Blüten, als die vorher angeführten, welche sechs Fruchtblätter hatten; denn es fehlt nur ein „inneres“ Kelchblatt, ja wenn man das zwischen den zwei unpaaren hervortretende Blatt (w) als eine Verwachsung von zweien (C‴ und c″) ansehen kann, würde kein Blütenteil ganz fehlen. Zwischen den zwei gewöhnlichen Staubgefässen steht sogar noch ein etwas kleineres mit welken Fächern, jedenfalls eins der paarigen Staubgefässe des inneren Wirtels der einen Blüte. Unter allen dreien zieht sich als wulstartiger weisser Saum die Tasche hin.

[159] Weniger vollständig waren zwei Zwillingsblüten von Gymnadenia conopea R. Br., eine im Winkel von zwei bis über die Mitte verwachsenen, die andere von zwei getrennten Deckblättern (V. 125—127). Beiden fehlte ein „inneres“ Kelchblatt; das andere zwischen den Lippen hervortretende war bei der ersten Zwillingsblüte zurückgerollt, wie die seitlichen äusseren; bei der anderen (125 w; 127 w) am Grunde zwischen die Lippen (K′, k′) eingeklemmt, scharf gefaltet, am Ende aber nur noch flach nach hinten umgebogen, etwas verbreitert und seicht dreilappig, so dass es etwas an die Gestaltung der Lippen erinnerte, wie das noch ausgeprägter bei manchen vierzähligen Blüten gefunden wird. Bei beiden Zwillingsblüten waren die „inneren“ Kronblätter vollständig verwachsen (z) in einfaches Blatt mit einer Spitze, die eine Hälfte der linken, die andere der rechten angehörend, jede über ihr Staubgefäss gewölbt, innen durch eine kielartig vorspringende Verwachsungsnaht gegen einander abgegrenzt.

Wir schalten hier die anderweit bekannt gewordenen Zwillingsblüten nur ganz kurz ein, die, ohne jede oder doch ohne ausreichende Angaben über ihren Bau zur Kenntnis der Bildungsabweichungen keinen nennenswerten Beitrag liefern.

Gymnadenia conopea R. Br. Luizet, Bull. soc. bot. de France XXXIII. 1886, p. 310 nach Penzig, Pflanzen-Ter. II 365.

Orchis fusca Jacq. nach Schulze, Orchideen v. Jena, S. 35.

[1]) Clos. Anom. végét. p. 15.

Orchis fusca Jacq., Camus, Anomalie. Nach Just, bot. Jahresber. XV (1887) 1. Berlin 1889. Seite 582.

Orchis fusca Jacq.: Nach Penzig, Pfl. Ter. II. 357 erwähnt Mühlich, Nachtr. z. Flora Niederösterr. S. 14 „Synanthien"; Mühlich selbst spricht indessen nur von Blüten mit zwei grossen, breiten Lippen, von Cheilomanie.

Orchis maculata L.: Massalongo, Note p. 7, 8, Fig. 4, 5, beschreibt zwei, vielleicht Zwillingsblüten, vielleicht paradimere Blüten mit zweiteiligem oberen Kelchblatt und mehrfächrigem Staubbeutel.

Orchis mascula L.: Masters, Pflanzen-Ter. S. 64. Nur der Name.

Orchis militaris L.: Schulze Orchid. Deutschl. 9: „zwei verwachsene Blüten . . . nicht grade selten. . . ."

Orchis militaris purpurea Ebda. 9: „Verdoppelung der Blüten oder der Lippe an einer Blüte finden sich nicht grade selten".

Platanthera chlorantha Rchb. Penzig Pfl. Ter. II, 366: „Ich habe eine Synanthie beobachtet".

An diese Reihe schliessen sich nun die Zwillingsblüten mit nur vier Samenleisten, die, auch stärker vereinfacht, als alle vorhergehenden, sich einfachen Blüten so sehr annähern, dass wir sie als wirkliche Uebergangsstufen zu solchen betrachten können.

[160] An einer schon vom Stengel her verbänderten, am Ende gabelteiligen Blütenspindel von Orchis mascula L. von Urnitzgrund unter dem Glatzer Schneeberge standen die Blüten sehr ungleich verteilt, mehrfach 3—5 fast gleich hoch, dicht neben einander. Unter diesen, die ich nah am Grunde abgeschnitten hatte, um sie einzeln durchzusehen, fand sich eine dieser seltenen Blüten (V. 128—130), über deren Deckblatt sich nun leider nichts mehr feststellen liess. Der gedrehte Fruchtknoten (128—129, fk; 130) war breit und ziemlich flach, mit zwei Samenleisten an den Schmalseiten, und zweien an der Breitseite unter den beiden Lippen, während die andere unter dem unpaaren Kelchblatt (w) leer war. Dieses war von einfachem Umriss, namentlich einfacher Spitze, aber viel breiter als sonst, anderthalb mal so breit, als die seitlichen Kelchblätter, (C″, c‴) so dass man es wohl als eine vollkommene Verwachsung der unpaaren Kelchblätter der zwei Blüten betrachten darf. Die zwei inneren Kelchblätter sind dann gar nicht erst angelegt worden, ebensowenig die zwei inneren Kronblätter, während sich die zwei äusseren ungewöhnlich breiten (K‴, k‴), über die beiden Staubgefässe wölben, die so nah an einander stehen, dass die Oehrchen sich nur an den Aussenseiten haben ausbilden können. Unter ihnen breiten sich die zwei Lippen (K′, k′) von gewöhnlicher Grösse und Gestalt aus, mit zwei etwas ungleich grossen, aber regelmässigen Spornen (Sp, sp).

Tritt nun an die Stelle der zwei einander ganz nahe gerückten Staubgefässe dieser Blüte ein einziges, das man dann aus den beiden der Einzelblüten entstanden denken kann, und kommt nur das eine der inneren Kelchblätter zur Ausbildung, und tritt z. B. zwischen den zwei Lippen hervor, so haben wir eine

E. vierzählige Blüte,

I. mit orthogonalen Kelch- und diagonalen Kronblättern, + tetramer (II. 37)

und mit einem, den gewöhnlichen paarigen Kronblättern ähnlichem unteren Kelchblatt, wie ich sie [161] einmal als unterste Blüte einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br. gefunden habe (V 132—134). Dass die beiden oberen Kronblätter nicht über das Staubgefäss gewölbt, sondern flach ausgebreitet, merklich verbreitert, eins seicht dreilappig ist, kommt auch sonst zuweilen vor; bemerkenswerter ist, dass die Blüte im Winkel zweier Deckblätter (d′, d″) stand. Diese hingen nur am Grunde zusammen, um sich dann nach verschiedenen Seiten zu wenden. Der Fruchtknoten (133, fk) stand mit

der einen Hälfte im Winkel des einen, mit der andern im Winkel des anderen Deckblatts; die von dem oberen Kelchblatt (c') herablaufende Kante endete gerade zwischen den zwei Deckblättern. Er war abgerundet vierkantig, enthielt aber, wie der vorige, auf jeder Seite zwei Samenleisten. Dieses Verhalten ist kaum anders zu erklären, als durch die Verschmelzung zweier dreizähliger Blütenanlagen, so nahe nebeneinander, dass wenig mehr als die Hälfte einer jeden sich hat bilden können; und zwar, indem dieselben wie gewöhnlich nach der Seite der Lippen etwas auseinanderwichen, nach der der unpaarigen Kelchblätter etwas zusammenneigten. Dem scheint wohl zu widersprechen, dass das unpaare Kelchblatt keine Merkmale der Verwachsung trägt, ähnlich wie das gleiche Blatt bei der vorigen Blüte von Orchis mascula L. Man könnte sich die Sache nun zwar wohl so denken, dass nur das unpaare Kelchblatt der einen Blüte da wäre, das der andern fehlte. Aber dafür wäre kein Grund einzusehen, wie wir ihn für das Fehlen von „inneren" Kelchblättern annehmen konnten; dann steht das Blatt in beiden Blüten so deutlich in der Mittellinie, dass jede Hälfte einer der beiden Zwillingsblüten angehört. Dass diese Kelchblätter einen einfachen Umriss haben, und namentlich in eine ungeteilte Spitze ausgehen, beweist auch nichts gegen ihre Verwachsung, denn das Gleiche haben wir an den paarigen Kelchblättern bei dem Uebergang der dreizähligen in die zweizähligen Blüten stufenweise verfolgen können. Dasselbe gilt auch von dem vierten, unteren Kelchblatt (132, c'''; 134, c'''), das als einfaches Blättchen zwischen den zwei Lippen heraustritt, vielleicht auch von dem einen Staubgefäss, das an der Stelle der zwei bei der doppelten Blüte von Orchis mascula L. steht. Bei diesem könnte man immerhin eher meinen, das andere Staubgefäss hätte, bei der noch enger gewordenen Vereinigung der Blütenanlagen keinen Platz gefunden.

Wie man über diesen Punkt auch denken möge: so viel scheint mir aus der Vergleichung der letzten Blüten hervorzugehen, dass man diese vierzählige Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. sehr wohl als eine Verschmelzung zweier dreizähliger Blüten auffassen kann, ja dass das doppelte Deckblatt zu dieser Annahme hindrängt.

[162] Dieser völlig gleich gebaut war eine, über der untersten zweizähligen stehende vierzählige Blüte derselben Art, bis auf den ganz unwesentlichen Unterschied, dass die Lippen weniger breit, im Umriss fast rechteckig und weniger tief eingeschnitten waren. Aber diese Blüte stand im Winkel eines einfachen Deckblatts, das noch nicht so breit als das der vorhergehenden, nur eine Mittelrippe und eine einfache Spitze hatte. Dieses könnte man, wie das untere Kelchblatt der völlig ausgebildeten antidimeren oder das unpaare der beiden vorhergehenden Blüten als aus zwei zur Hälfte miteinander verwachsenen entstanden denken. Dass eine so weit gehende Vereinigung zweier Deckblätter noch unter keiner unzweifelhaften Zwillingsblüte beobachtet worden ist, könnte wohl daher kommen, dass auch diese selbst noch keine so weitgehende Verschmelzung erfahren haben. Oefter aber mag durch den Ort, den das Deckblatt in der Blattstellungsreihe einnimmt, seine Deutung als Doppelblatt ausgeschlossen sein. In diesem Falle legt uns die vollständige Uebereinstimmung dieser Blüte mit der vorhergehenden die Annahme nahe, dass in dem Winkel des einfachen Deckblatts so dicht nebeneinander zwei Blüten angelegt worden sind, dass wenig über die Hälfte einer jeden hat zur Ausbildung kommen können.

[163] Unterstützt wird diese Auffassung durch eine von Geisenheyner [1]) geschilderte vierzählige Blüte, der untersten einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br., die in allen Stücken mit der erst genannten [161] übereinstimmt, mit ihr sogar das gemein hat, dass ihre paarigen Kronblätter flach ausgebreitet, sehr breit und dreilappig sind, so dass ihr Umriss an den der Lippen erinnert. Ihr Deckblatt aber war einfach wie bei der vorigen Blüte [162].

[1]) Geisenheyner. Abn. Orch.

[164] Den gleichen Bau hat Seubert [1]) an der untersten Blüte einer Orchis palustris Jacq. gefunden, nur waren die beiden oberen Kronblätter wie gewöhnlich oben zusammenneigend über das [165] Staubgefäss gewölbt; Velenovsky [2]) an einer vierzähligen Blüte von Orchis coriophora L. von Lysa in Böhmen, deren Lippen nach aussen einfache, an den einander zugewendeten Seiten [166] zweispaltige Abschnitte zeigten; Peyritsch [3]) bei Epipactis latifolia All.; Reichenbach [4]) [167] bei einer Ophrys araneifera Huds. als: Flos monstrosus, labellis 2, perigonii phyllis externis quatuor, mit etwas abwärts gerichteten seitlichen Kelchblättern.

[168] Wahrscheinlich gehört hierher auch die von Abel [5]) allerdings anders gedeutete untere Blüte einer Ophrys araneifera Huds. vom Bisamberge bei Wien, mit zwei medianen, sehr breiten, ungleich zweispitzigen Kelchblättern, deren kürzere Hälften wohl die seitlichen Kelchblätter sind, welche mit den längeren, den ursprünglich medianen Kelchblättern hoch hinauf verwachsen und dadurch an diese herangezogen worden sind, wie bei der oben nach G. W. Smith angeführten Blüte derselben Art. Im Uebrigen stimmt Abels Blüte mit der Reichenbach'schen überein; über Deckblatt und Fruchtknoten fehlt bei beiden jede Angabe.

[169] Von diesen allen wichen einige, mit ihnen sonst übereinstimmende Blüten dadurch ab, dass das untere Kelchblatt lippenähnlich war. Bei einer aus der Mitte einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br. (V. 135—137), im Winkel eines nicht ganz vollständig erhaltenen, aber wie es schien, einfachen Deckblatts [6]) glich das untere, zwischen den beiden Lippen hervortretende, aber diese am Grunde deutlich umfassende Kelchblatt (c''') nicht den seitlichen umgerollten Kelchblättern (c'', c^{IV}), sondern war flach, nach oben wenn auch nicht so stark wie die beiden Lippen verbreitert und dreilappig von den Lippen aber auffallend durch den Mangel des bei diesen hier besonders langen Sporns (sp', sp'') unterschieden. Der abgerundet rechteckige Fruchtknoten (V. 137), enthielt vier nicht ganz gleichmässig verteilte Samenleisten, so dass die vier Fruchtblätter nur annähernd unter den vier Kelchblättern lagen.

[170] Ganz lippenähnlich gestaltet war das vierte untere Kelchblatt in einer Gymnadienblüte (V. 138—140) von demselben Abhang des Urnitzberges über der Mühle von Wölfelsgrund, an dem ich, wenige hundert Schritt tiefer, drei Jahre früher die vorige Blüte gefunden hatte. Denn hier hatte dieses Kelchblatt (c''') auch einen Sporn (sp''), der am Grunde flach geknickt nur halb so lang als der längste (sp') der hier neben einander liegenden drei Sporne, sonst aber wie diese gebildet und scheinbar sogar länger war als der dritte, der einer wirklichen Lippe angehörte, aber mehrfach scharf geknickt viel kürzer erschien als er eigentlich war (sp'''). Die Spreite, zu der er gehörte (c''') war nicht so breit, wie die der beiden eigentlichen Lippen (k', k''), erschien aber noch viel schmäler dadurch, dass sie mit einem Rande der ganzen Länge nach mit der einen von diesen verwachsen, von ihr in einer schmalen, scharfen Falte nach aussen geknickt war, mit ihrem freien Rande aber den der andern Lippe deutlich umfasste. Dies und ihr selbständiger Sporn zeigen, dass wir in ihr ein eigenes Blatt und zwar eins des äusseren Perigonkreises vor uns haben. Die beiden breiten, nur schwach gewölbten, seitlichen Kelchblätter, das obere mit kappenförmiger Spitze, die zwei ebenfalls breiten oberen über das mediane Staubgefäss gewölbten Kronblätter, wie der scharf gedrehte Fruchtknoten (fk) im Winkel eines einfachen Deckblatts entsprach mit seinen vier diagonalen Samenleisten dem Bauplan der bisher betrachteten vierzähligen Blüten.

[1]) Seubert. Tetram. Orch. S. 391.
[2]) Velenovsky. Morphol. Beobacht. S. 453.
[3]) Peyritsch. Epipactis. S. 621.
[4]) Reichenbach. Icones p. 91; Tab. 112, Fig. 1.
[5]) Abel. Monstros. b. Orchid. S. 2, Fig. 1, (I. Pflanze, unterste Blüte).
[6]) Stenzel. Abweich Orch. in 71. Jahresber. d. Schles. Ges. 1893, II, Natg; 6, Bot. S. 13.

[171] Die hier ganz lippenförmige Gestaltung des unteren Kelchblatts macht es wahrscheinlich, dass auch die von Ch. Morren [1]) beschriebene oberste Blüte (V. 141) einer monströsen Ähre von Orchis Morio L., deren Abweichungen er sich begnügt, als Cheilomanie und Petalomanie zu bezeichnen, hierher gehört. Von den drei, ähnlich der vorigen Blüte gestellten lippenförmigen Perigonblättern, steht das mittlere (c''') etwas ausserhalb der beiden seitlichen (k', k''), ist aber noch breiter als diese und gleicht ganz der Lippe der gewöhnlichen Blüte, — ob es auch gespornt war, wird nicht ausdrücklich angegeben. Immerhin kann es nach seiner Stellung nur das unterste Kelchblatt sein, die drei andern Kelchblätter (c', c'', c^{IV}) sind wie gewöhnlich gestaltet. Ausser den zwei seitlichen Lippen sind zwei schräg nach oben gerichtete, etwas lippenähnliche Kronblätter (k''', k^{IV}) vorhanden, im Ganzen also auch vier; in der Mitte endlich einige — der Zeichnung nach vier — kleinere Blättchen, von denen eins einen halb ausgebildeten Staubbeutel trägt, und die vielleicht alle mehr oder weniger verblattete Staubgefässe sind, nicht wie Morren annimmt, teilweise Kronblätter, die mit den seitlichen Lippen zwei weitere Blütenwirtel bildeten. Der Fruchtknoten war gedreht, aber aussen ohne Streifen oder sichtbare Klappen, also, was bei dem fast völligen Mangel der Bestäubungswerkzeuge nicht anders zu erwarten ist, wahrscheinlich taub — spricht daher weder für die eine noch die andere Deutung der Blüte. Jedenfalls würde bei der von uns angenommenen diese in nähere Beziehung zu bekannten Formen treten und daher eher verständlich sein, als bei der von Morren.

II. Mit diagonalen Kelch- und orthogonalen Kronblättern; × tetramer (II. 38).

Eine von den bisher betrachteten vierzähligen Blüten mit median-transversalen Kelch- und diagonalen Kronblättern wesentlich verschiedene Anlage haben die, bei denen die Kelchblätter [172] diagonal, die Kronblätter median und transversal stehen. Zu diesen gehört wohl nur eine, von Faggioli [2]) bei Gymnadenia conopea R. Br. beobachtete Blüte im Winkel zweier, mit einander verwachsener Deckblätter, mit vier diagonalen Kelchblättern, einer unteren, medianen Lippe, einem ihr gegenüberstehenden oberen petaloiden Blättchen, das Faggioli als ein Staminodium betrachtet, das aber recht wohl ein, an einer Seite einen Staubbeutel tragendes Kronblatt sein kann; und zwei im Diagramm Fig. 10 gewiss unrichtig gerade vor die oberen Kelchblätter gezeichneten Kronblättern; denn in dem Buchstaben-Diagramm stehen sie, unstreitig richtiger, seitlich, vor der Lücke zwischen je einem oberen und einem unteren Kelchblatt; zwei Staubgefässe vor den zwei oberen Kelchblättern. Das einzige, das mit der Deutung der Blüte als einer vierzähligen nicht übereinstimmt, ist die Zusammensetzung des Fruchtknotens aus nur drei Fruchtblättern. Andererseits schliesst Faggioli aus dem Vorhandensein zweier, mit einander verwachsener Deckblätter wie ich glaube mit Recht darauf, dass diese Blüte aus zweien verwachsen sei. Dann lässt es sich wohl denken, dass die beiden Fruchtknoten so nah an einander angelegt worden sind, dass nur drei Fruchtblätter sich haben ausbilden können; und in diesem Falle würde die Blüte die zweite sein, bei der wir die Entstehung vierzähliger Blüten überhaupt auf die Beobachtung eines wirklichen Vorgangs stützen und an der wir zugleich sehen könnten, dass auch die mit diagonalen Kelchblättern auf diesem Wege zustande kommen können.

Bei dieser Annahme lässt es sich auch begreifen, wann die eine, wann die andere dieser beiden Formen zum Vorschein kommt. Wir haben oben bemerkt, dass die vierzähligen Blüten mit median-transversalen Kelchblättern durch Verwachsung von zwei solchen entstehen, die nach der Seite der unpaaren Kelchblätter zusammenneigen, nach der der beiden Lippen auseinanderweichen, weshalb diese neben einander erhalten sind, während die unpaaren Kelchblätter einander genähert sind, bei tiefer gehender Verwachsung der Blüten wie auch die Staubgefässe mit einander verschmelzen. Wo dagegen die beiden Blüten so gedreht sind, dass ihre Lippen sich nähern, so verschmelzen diese bei stärkerer

[1]) Morren. Clusia, p. 63—72; mit Fig. 5—6.
[2]) Faggioli. Casi terat. p. 519, Fig. 10.

Verwachsung in eine mediane Lippe, während die unpaaren Kelchblätter mit den zwei vor ihnen stehenden Staubgefässen von einander getrennt bleiben und zwischen ihnen zwei „innere“ Kronblätter in ein oberes medianes verwachsen.

Daher erklärt es sich dann auch, dass vierzählige Blüten der letzteren Art sehr selten sind; ich habe nur einmal bei Gymnadenia conopea R. Br. eine Zwillingsblüte gefunden, deren Lippen einander zugewendet waren, [150]; (V. 122), bei allen andern wenden sich diese von einander ab und gehen in vierzählige Blüten mit median-transversalen Kelchblättern über.

III. Pseudo-tetramere Blüten (II. 39).

[173] Auch eine unecht-vierzählige oder pseudo-tetramere Blüte habe ich einmal bei einer niedrigen Pflanze von Gymnadenia conopea R. Br. gefunden. Im Winkel zweier getrennter Deckblätter stand eine Zwillingsblüte, deren beide Fruchtknoten in einem schmalen Streifen bis oben hin verwachsen waren. Der eine trug eine stark beschädigte, aber soviel sich erkennen liess, gewöhnliche dreizählige Blüte, der andere auch mit drei regelmässigen Samenleisten, eine ihrem Grundplane nach ebenfalls dreizählige Blüte, deren Lippe durch ein ganz kelchartig gebildetes Blatt ersetzt ist, so dass dem Ansehen nach zwei mediane und zwei seitliche Kelchblätter da sind. Vor den letzteren stehen zwei langgespornte Lippen, die als verblattete paarige Staubgefässe des äusseren Kreises betrachtet werden können; darüber die gewöhnlichen paarigen Kronblätter, dem Anschein nach also auch vier Kronblätter. Wirklich abweichend sind nur die Staubgefässe. Neben dem medianen steht jederseits ein von ihm kaum verschiedenes, hinten mit ihm durch ein Häutchen verbunden. Obwohl diese seitlichen Staubbeutel nicht so deutlich, wie in andern Fällen, nach innen von dem mittleren stehen, darf man sie doch wohl als die paarigen des inneren Kreises betrachten; und wenn man von ihrer ungewöhnlichen Ausbildung absieht, hat die Blüte den Bau einer pseudotetrameren mit kelchartig gewordener medianer Lippe. Noch regel-
[174] mässiger nämlich nur mit dem einen gewöhnlichen Staubgefäss, sonst der eben beschriebenen ganz gleich gebaut, waren die zwei bis drei untersten Blüten, die Warner [1]) an zwei Pflanzen von
[175] Cephalanthera grandiflora Bab. gefunden hat (vgl. [239]). Als pseudotetramer kann man vielleicht noch die von Magnus [2]) beschriebene dreilippige Blüte von Cephalanthera rubra Rich. betrachten, nur dass hier die ursprüngliche Lippe ihre Ausgestaltung beibehalten hat und nicht in ein kelchartiges Blättchen umgewandelt ist.

Die wenigen

F. fünfzähligen Orchideenblüten (II. 40)

lassen sich nun auch auf Verwachsung zweier dreizähliger Blüten zurückführen, auf eine weniger weitgehende sogar, als die vierzähligen, und schliessen sich näher an einige vor diesen betrachtete Zwillings-
[176] blüten an. Eine von Clos [3]) erwähnte Blüte von Ophrys araneifera Huds. macht diese Ableitung sogar wahrscheinlich. Aus den dürftigen Angaben desselben „cinq sépales, cinq pétales, quatre gynostèmes et un ovaire à deux loges avec quatre placentas pariétaux“ kann man freilich nur mit Hülfe von Hildebrand's [4]) Ausführungen über eine fünfzählige Blüte von Listera ovata R. Br. versuchen, sich von dem wahrscheinlichen Bau derselben ein Bild zu machen. Danach stand von den fünf Kelchblättern eins median unten vor dem Deckblatt; abwechselnd mit ihnen fünf Kronblätter, von denen eins oben median stand und die zwei rechts und links unten wohl als Lippen ausgebildet waren; zwei Staubgefässe vor den zwei oberen Kelchblättern, wo die beiden andern gestanden haben mögen, darüber

[1]) Warner. Cephalanth. gr. p. 236.
[2]) Magnus; s. unten [183].
[3]) Clos. Térat. taxin. p. 19.
[4]) Hildebrand. Fr. d. Orch. S. 341 und 345, Taf. XII, Fig. 12. Siehe unten [177].

lässt sich kaum eine Vermutung aussprechen; vielleicht vor den seitlich unteren Kelchblättern; in der Mitte ein zweifächriger Fruchtknoten mit vier Samenleisten wohl zwei in jedem Fache. Das Vorhandensein von zwei, aus mehreren Fruchtblättern gebildeten, nur äusserlich miteinander verwachsenen Fruchtknoten scheint mir nun zu beweisen, dass hier zwei Blüten miteinander vereinigt sind. Wir haben ja Beispiele dafür, dass die Blütenaxe mehr Fruchtblätter hervorbringt, als gewöhnlich; wo jedes derselben zu einem Stempel wird, schliesst die Blüte z. B. statt eines zwei solche ein, wie das bei der Kirsche und manchen Schmetterlingsblüten vorkommt. Wo mehrere Fruchtblätter im Quirl zu einem Stempel zusammen schliessen, wird dieser mehrzählig, wie man das zuweilen bei dem unterständigen Fruchtknoten von Umbelliferen und besonders häufig bei Solanum lycopersicum sieht; es kommt auch vor, dass die Blütenaxe durch einen solchen Fruchtblatt-Quirl hindurch wächst und über ihm einen zweiten bildet, wie bei manchen Apfelfrüchten. Wo aber zwei Fruchtblatt-Quirle neben einander angelegt sind, müssen wir für jeden derselben eine, wenn auch noch so kurze, eigene Axe als seinen Träger annehmen, die einer eigenen Blüte angehört. Ist danach die von Clos angeführte Blüte von Ophrys araneifera Huds. eine Zwillingsblüte, so ist von den in ihr vereinigten zwei dreizähligen Blüten nur oben ein „inneres“ Kelchblatt, unten ein „inneres“ Kronblatt ausgefallen, oder mit dem andern verwachsen welche von diesen Annahmen die wahrscheinlichere ist, könnte nur eine sorgfältige Betrachtung der Blüte selbst ergeben. Aehnliches haben wir an unzweifelhaften Zwillingsblüten wiederholt gesehen; und dass bei der Verwachsung der Fruchtknoten von den sechs Samenleisten nur vier haben angelegt werden können, erinnert an ähnliche Erscheinungen in einfächrigen Fruchtknoten.

[177] Halten wir nach allem dem unsere Auffassung dieser Blüte fest, so müssen wir die schon erwähnte, von Hildebrand beschriebene fünfzählige Blüte von Listera ovata R. Br. ebenfalls auf eine Doppelblüte zurückführen, bei der die zwei unpaaren Kelchblätter der Teilblüten, mit dem vor einem jeden stehenden Staubgefäss so nahe zusammen gerückt sind, dass die zwei inneren Kronblätter oben in eins verwachsen sind, wie man hier aus dessen medianer Stellung schliessen kann, ebenso unten die zwei inneren Kelchblätter, während die äusseren Kelch- und Kronblätter sowie die zwei Lippen unverändert geblieben sind. Dass die beiden überzähligen Staubgefässe der Clos'schen Blüte fehlen, ist hier bedeutungslos; dass der Fruchtknoten einfächrig ist, hat er mit der Mehrzahl der Zwillingsblüten gemein, und diese enthalten öfter ebenfalls fünf Samenleisten.

Fällt mit der Einfächrigkeit des Fruchtknotens der Grund weg, der uns in erster Linie zwang, die vorige Blüte als eine Zwillingsblüte zu betrachten, so ist doch die Reihe von Punkten, in denen sie mit dieser wie mit andern Zwillingsblüten übereinstimmt, gross genug, um ihre enge Beziehung zu diesen darzuthun.

[178] Dasselbe gilt dann auch von einer eben so gebauten Blüte von Aceras anthropophora R. Br. — nur über den Bau des Fruchtknotens fehlt jede Angabe — die Germain de Saint-Pierre [1]) an einer Topfpflanze beobachtet hat.

[179] An unsere Betrachtung über die Bedeutung des zweifächrigen oder doppelten Fruchtknotens, knüpfen wir noch die Besprechung einer Blüte von Ophrys araneifera Huds. aus der Gegend von Folkestone an (V. 131), von der Masters [2]) vor mehr als dreissig Jahren sagte, sie zeige eine grössere Annäherung an die typische Form der Orchideenblüte, als irgend eine bis dahin entdeckte. Diese Behauptung ist im Hinblick auf die von Kirschleger schon zwanzig Jahre früher beschriebenen sechsmännigen Blüten von Orchis (Gymnadenia) conopea [242] und Orchis militaris fusca [243] nicht ganz zutreffend; doch stellt sie sich diesen immerhin an die Seite und es ist seitdem keine bekannt geworden, die ihr darin voranstände. Das gilt auch dann, wenn wir sie des Doppelfruchtknotens wegen als eine Zwillingsblüte anzusehen haben; denn wir müssen dann eine so weit gehende

[1]) Saint-Pierre. Aceras anthr. p. XL.
[2]) Masters. Pelor. p. 207.

Verwachsung der beiden Teilblüten annehmen, dass von jeder nur die äussere Hälfte erhalten ist, während die innere gar nicht hat angelegt werden können. So gleicht die Blüte in ihrem Grundplan ganz einer einfachen dreizähligen, mit verschiedenen Abänderungen der einzelnen Teile; nur der zweifächrige Fruchtknoten, mit zwei Samenleisten in jedem Fach, steht der Annahme entgegen, dass wir wirklich nur eine solche vor uns haben. Ausgefallen sind dann die beiden „inneren" Kelchblätter, während die beiden unpaaren in das obere Kelchblatt (w) verwachsen sind, ebenso fehlen die beiden inneren Kronblätter, die Lippen sind in eine (z) verschmolzen, wie die medianen Staubgefässe des äusseren und des inneren Kreises in je eins. Dass die ersteren (A'', A''') als Blättchen ausgebildet sind, eins (A'') noch mit einem halben Staubbeutel, und alle drei des inneren Kreises regelmässig entwickelt; hat mit der Frage, ob wir eine einfache oder eine Doppelblüte vor uns haben, nichts zu thun. Dagegen dürfen wir wohl daran erinnern, dass sie vieles mit der oben beschriebenen Zwillingsblüte von Orchis mascula L. gemein hat, bei der ebenfalls die zwei inneren Kelchblätter fehlen, die zwei unpaaren Kelchblätter in eins verschmolzen sind und der Fruchtknoten vier Samenleisten hat, wenn er auch nicht mehr durch eine Scheidewand in zwei Fächer geschieden ist.

An diese Blüte schliesst sich unsere von Masters an Ophrys araneifera Huds. beobachtete in der Richtung einer noch engeren Verwachsung zweier Blüten an, während wir oben von ihr ausgehend die ihr noch näher stehenden vierzähligen Blüten in ähnlicher Weise herzuleiten gesucht haben.

Wer von hier aus die von uns bisher abgehandelten Abweichungen an Orchideenblüten überblickt, wird, glaube ich, uns darin beistimmen, dass sie sich alle von einem einheitlichen Gesichtspunkte, aus betrachten lassen, indem man sie durch wenige auch anderweit vorkommende Vorgänge aus der gewöhnlichen dreizähligen Blüte ableiten und diese Veränderungen stufenweise bis zu ihrem Ziele verfolgen kann. Alle Formen von der regelmässigen Blüte zur zweizähligen und durch die zwei- und einblättrigen bis zum kaum noch platt gedrückten Faden und andererseits zur vier- und fünfzähligen Blüte lassen sich durch das Wegfallen oder durch das Verwachsen einzelner Blütenteile oder ganzer Blüten und auf Grund in der freien Natur wirklich vorkommender Zwischenformen herleiten; und zwar ohne Zwang, mit einer Ausnahme etwa. Denn wenn wir auch einmal eine vierzählige Blüte im Winkel von zwei Deckblättern gefunden haben, so ist unsere Annahme, dass die im Winkel einfacher Deckblätter stehenden vier- und fünfzähligen Blüten aus zwei mit einander verwachsenen dreizähligen entstanden seien, bisher noch nicht durch die Auffindung unzweifelhafter Zwillingsblüten vor einfachen Deckblättern unterstützt worden. Ein Gegenbeweis liegt in dieser Thatsache gleichwohl nicht, denn mehr als dreizählige Blüten sind so selten und auf Stellung und Bau der Zwillingsblüten ist bis jetzt so wenig Aufmerksamkeit verwendet worden, dass die Auffindung weiterer Zwischenstufen keineswegs ausgeschlossen ist.

G. Spaltungen.

Ist unsere Auffassung der mehrzähligen Blüten richtig, so kommen sie nicht durch Vermehrung der Teile einer Einzelblüte zu Stande. Eine solche ist aber auch sonst so ausserordentlich selten, dass wir darin wohl eine Stütze für diese Annahme sehen dürfen. In dem Auseinanderweichen zweier schon vorhandener, nur zu einem verschmolzenen Teile, können wir nämlich keine wirkliche Vermehrung der Blütenteile erblicken; streng genommen auch nicht in der Ausbildung solcher, die wenigstens der Anlage nach als vorhanden angenommen werden dürfen, wie der überzähligen Staubgefässe. Es bliebe uns dann nur noch eine Vermehrung durch Spaltung, wie wir sie bei wenigen genauer beobachteten Fällen annehmen müssen.

180] Wenn bei Cypripedilum Calceolus L. die, gewöhnlich in ein medianes Blatt vereinigten paarigen Kelchblätter meist am Ende noch zwei Spitzen zeigen [1]) zuweilen auch in zwei gesonderte

[1]) Schulze. Orchid. Dtschl. 1, Taf. 1, A, obere Blüte.

Lappen endigen [1]); an einer von Heinricher [2]) beschriebenen pelorischen Blüte zum grossen Teil, an einer von Dr. Christ an Penzig [3]) gesendeten, sonst, wie es scheint regelmässigen, ebenso wie an einer von Freyhold [4]) der Naturforscherversammlung in Baden-Baden vorgelegten Blüte bis zum Grunde getrennt waren, so findet hierbei, wie oben schon angedeutet worden ist, nicht eine Bildung zweier Blätter statt eines statt, sondern nur eine Befreiung zweier Kelchblätter, die auch in der gewöhnlichen Blüte vorhanden, aber mit einander verwachsen sind.

[181] Eher könnte man Spaltung eines Kelchblatts bei einer sehr ungewöhnlich, für sich selbst betrachtet aber regelmässig gebauten Blüte einer Orchis mascula L. von Wölfelsgrund (VI, 142—143) annehmen. Sie war die oberste, daher ziemlich kleine, noch nicht ganz geöffnete Blüte der Ähre, ihre Umwendung, wie das bei dieser Stellung nicht selten ist, nicht durch Drehung des Fruchtknotens bewirkt, sondern dadurch, dass dieser sich vom Deckblatt abgewendet übergebogen hatte. Sonst war sie ausgeprägt antidimer: das untere Kelchblatt (c‴) kahnförmig mit einfacher Spitze; die paarigen Kronblätter (k″, k‴) deutlich nach oben, nach der Spitze des Staubgefässes (s) hin gebogen, das seine beiden Fächer, zwischen ihnen den Schnabelfortsatz wie gewöhnlich nach vorn wendete. Hinter ihm aber stand nicht wie sonst, das einfache unpaare Kelchblatt, sondern ein sehr breites, zweispaltiges Blatt (c) mit nach vorn eingerollten Rändern. Nun könnte man wohl daran denken, dass das untere Kelchblatt (c‴) nicht wie bei regelmässig antidimeren Blüten die Stelle der beiden paarigen verträte, sondern selbst das eine von ihnen wäre, während das andere mit dem unpaaren zur Hälfte verwachsen und dadurch nach oben hingezogen worden wäre. Aber sowohl das einfache untere, wie das zweispaltige obere Kelchblatt stehen gerade in der Mediane, die eine Seite rechts, die andere ihr ganz gleiche Seite links, so dass es doch am natürlichsten scheint, die Teilung des oberen aus einer Spaltung des einfachen Kelchblatts herzuleiten, das bei den antidimeren Blüten sonst an dieser Stelle steht.

Freilich darf man dabei nicht an eine Teilung des schon vorhandenen Blattes denken. Wie dieses durch nichts von zwei bis zur Hälfte verwachsenen Blättern zu unterscheiden ist, so ist es sicher auch in gleicher Weise entstanden, indem zwei nebeneinander liegende Blattanlagen anfangs getrennt, von da an aber, wo sie, sich verbreiternd, zusammengetroffen vereinigt in die Höhe gewachsen sind. Bei dieser völligen Uebereinstimmung ist es gewiss widernatürlich, diese Bildungen bald als Spaltungen, bald als Verwachsungen zu bezeichnen; man sollte sie alle, nach dem überwiegend häufigeren Vorkommen, unter dem Namen Verwachsungen zusammenfassen. Eine Spaltung kann höchstens bei der ersten Anlage stattfinden, wenn die eines einfachen Organs nicht nur durch zwei nebeneinander auftretende ersetzt wird, sondern sich selbst in zwei solche teilt, etwa wie bei der Gabelung eines Farnstammes durch Teilung der Scheitelzelle mittelst einer senkrechten Wand. Das wird sich hier kaum beobachten lassen. Mag man aber immerhin das Auftreten zweier gleichwertiger Anlagen an der Stelle einer einfachen aus einer Spaltung der letzteren herleiten: wo aus ihnen nicht zwei getrennte, sondern noch zum Teil mit einander zusammenhängende Organe hervorgehen, stellen sie eine Verwachsung derselben dar. Das gilt auch dann, wenn man, von einem einfachen Blatte ausgehend, an einem höher stehenden oft später entstandenen zunächst zwei getrennte Spitzen findet, das folgende Blatt zweispaltig, dann zweiteilig, bis zwei selbständige Blätter an ihre Stelle treten. So nahe es liegt, diese Stufenfolge durch eine fortschreitende Spaltung des einfachen Blattes zu erklären, so ist es doch naturgemässer, sie als immer weniger vollständige Verwachsungen zweier, aus zwei aneinander grenzenden Anlagen hervorgegangener Blätter zu betrachten.

---

[1]) Schulze. Orchid Dtschl. 1, Taf. 1, A, untere Blüte.
[2]) Heinricher. Cypriped. mit 3 Figuren.
[3]) Penzig. Pfl. terat. II. S. 331, 367.
[4]) Freyhold. Bot. Mitteil. S. 220.

[182] An einem der paarigen Kronblätter ist nur einmal bei Orchis Simia Lam. eine bis zur Verdoppelung desselben gehende Spaltung von Camus beobachtet worden [1]). Die an flach ausgebreiteten paarigen Kronblättern von drei- und vierzähligen Blüten von Gymnadenia conopea R. Br. einige Male, namentlich am äusseren Rande gefundenen Einschnitte erinnern an ähnliche Bildungen der Lippe, können aber nicht als Spaltungen betrachtet werden, die zur Vermehrung dieser Blüten hinführten (vgl. [270] (VI, 160).

Weit häufiger findet eine Vermehrung der Lippen statt, so dass Ch. Morren sogar eine Lippensucht, eine Cheilomanie angenommen hat, und es scheint, dass diese meistens stillschweigend, auf eine Spaltung der ursprünglichen Lippe in zwei oder drei Teile zurückgeführt worden ist, deren jeder sich wie das ursprüngliche Ganze ausgestaltet hat. Genau untersucht worden ist aber bei unsern heimischen Orchideen nur eins dieser Vorkommnisse. An einer von Kreistierartzt Ruthe bei Misdroy [183] aufgefundenen Cephalanthera rubra Rich. fand Magnus [2]) die Blüten regelmässig ausgebildet, nur hatte die eine drei, die andere zwei Lippen. Nun hatte er bei Odontoglossum citrosmum Lindl. zwei Lippen selbständig abgetrennt und innerhalb der Insertion des Labellums gerückt beobachtet [3]) und daraus geschlossen, dass sie als die verblatteten paarigen Staubgefässe des äusseren Kreises zu betrachten seien. Bei Dendrobium Pierardi dagegen hatte er eine richtige, verschieden tief reichende Zweiteilung des Labellums mit selbständiger labellumartiger Ausbildung der Seitenteile beobachtet. Eine eben solche Zwei- oder Dreiteilung liegt bei der oben angeführten Cephalanthera vor; aber selbständig abgetrennt und innerhalb der Insertion des Labellums gerückt sind der Seitenteile auch hier nicht, die „zusammenhängende Insertion erweist die zwei, bezw. drei Teile als aus Teilung des Labellums hervorgegangen".

Schlechthin beweisend ist indess dieser Umstand nicht. Bei der oben ([170], V, 139, 140) beschriebenen vierzähligen Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. war zwar das untere, lippenähnlich gestaltete Kelchblatt von der mit ihm verwachsenen Lippe durch eine schmale Falte nach aussen gerückt, was an das Verhalten bei Odontoglossum citrosmum Lindl. erinnert; bei einer Anzahl, der Anlage nach dreizähliger Blüten von Gymnadenia [128] (IV, 114, 115) war dagegen das unpaare Kelchblatt mit dem rechten oder linken paarigen Kronblatt oder mit beiden so glatt verwachsen, dass eine Abgrenzung dieser Teile auch am Grunde nicht vorhanden war. Der geringe Abstand der, zwei verschiedenen Blütenkreisen angehörigen Blätter war also durch ihre Verwachsung vollständig ausgeglichen worden. Die Einschnitte am oberen Rande würden, dem Augenschein nach, ähnlich wie bei den Lippen von Dendrobium Pierardi, nur als beginnende Spaltung eines einzigen Blattes angesehen werden können.

Wo drei Lippen neben einander stehen, wie in der einen Blüte der oben angeführten Cephalanthera rubra Rich., sind daher die beiden seitlichen wahrscheinlich die verblatteten paarigen Staubgefässe des äusseren Kreises, da wir uns leicht eine Verdoppelung der Lippe durch Gabelteilung vorstellen können, nicht so leicht eine Dreiteilung. Die Blüte könnte dann zu den Pseudo-tetrameren gerechnet werden [4]). Dann aber würden wir die zwei Lippen der andern Blüte derselben Ähre uns auf eine ähnliche Weise erklären und als umgebildete Staubgefässe ansehen müssen.

[184] Dasselbe ist auch Masters [5]) geneigt für die zwei Lippen der von Hemsley erhaltenen, schon oben [122] erwähnten Blüte von Ophrys apifera Huds. anzunehmen [6]), in der ausserdem ein

[1]) Camus. Anomalie. p. 9. — Penzig. Pfl. ter. II. S. 331. — Dess. Consid. p. 93.

[2]) Magnus. Cephal. rubra. S. V.

[3]) Ders.: Mehrere Lab. S. 145.

[4]) Vergl. [175].

[5]) Masters. Pfl. ter. S. 413.

[6]) Penzig. Cons. p. 93 sagt nur: „dédoublement lateral"; ders. Pfl. ter. II. S. 331: „Tendenz zur Teilung des Labellums"; ebda. S. 362: „Blüte mit zwei Labellen".

Kelchblatt mit einem der paarigen Kronblätter verwachsen war; ebenso bei der von Moggridge [1]) [185] gefundenen zweilippigen Blüte von Ophrys insectifera L., die wir wohl zu O. araneifera Huds. rechnen dürfen. Bei dieser ist auch das den beiden Lippen gegenüberliegende unpaare Kelchblatt zweispitzig, was auf eine Entstehung der Blüte durch Verwachsung hindeutet; indess ist das Deckblatt einfach und da wir nichts über den Bau des Fruchtknotens wissen, ist diese Annahme nicht ausreichend unterstützt.

Diesen würden sich dann auch die übrigen zweilippigen Blüten anschliessen, über deren Bau wir sonst nichts erfahren, was einen Schluss auf die eigentliche Natur ihrer Lippen begründen könnte.

[186] So erwähnt Penzig von Ophrys araneifera Huds. in Consid. p. 93 nur: dédoublement latéral, und Pflanzen Ter. II, S. 331: Gabelspaltung des Labellums.

[187] Von Orchis fusca Jacq. hat Mühlich Nachtr. S. 14 eine Pflanze erhalten, bei der: Vielleicht drei der untersten Blüten die Lippe doppelt, zwei grosse breite Lippen hatten.

[188] Bei Orchis militaris purpurea bemerkt Schulze, Orch. Deutschl. 9: Verdoppelung der Lippe an einer Blüte findet sich nicht gerade selten!

[189] Welcher Natur die von Bellynck, Orch. ustul. an durchwachsenen Blüten von Orchis ustulata L. beobachteten zwei mit einander verwachsenen Lippen mit nur einem Sporn oder zwei Lippen mit je einem Sporn gewesen sein mögen, lässt sich nicht ermitteln.

Erklären wir diese für verblattete Staubgefässe, so müssen wir annehmen, dass die eigentliche Lippe ganz ausgefallen sei. Denn so viel scheint auch aus den unvollständigsten Angaben hervorzugehen, dass die zwei vorhandenen Lippen einander gleich sind und gleichmässig rechts und links von der Mediane stehen, so dass der Gedanke, es könnte nur eine von ihnen aus einem Staubgefäss entstanden sein und die ursprüngliche Lippe weit auf die Seite gedrängt haben, kaum annehmbar ist.

[190] Aber auch die Annahme, dass die eigentliche Lippe ganz fehle, die Masters [2]) bei einer ähnlichen Blüte von Ophrys araneifera ausdrücklich macht, ist wenig wahrscheinlich. Wir haben wohl mehrere solcher Blüten oben angeführt [44]—[50]; diese gehörten aber den ersten Stufen der Vereinfachung, der Verringerung der Zahl der Blütenteile an, die sich dann im dazu tretenden Verwachsen und Schwinden anderer weiter fortsetzte. Sollten wir aber glauben, dass hier, wo ihre Zahl durch Entwickelung neuer Blätter, wenn auch aus schlummernden Anlagen vergrössert wird, die sonst regelmässig gebildete Lippe ausfiele, so müssten wenigstens einige Fälle gefunden werden, in denen sie klein geblieben oder verkümmert wäre. So lange dies nicht geschehen ist, erscheint es am natürlichsten, wo zwei Lippen an Stelle der einen medianen da sind, sie aus einer, wenn man so will, Spaltung der ersten Anlage der letzteren und in der Regel getrenntes Wachstum hervorgegangen zu denken, die Natur von drei neben einander stehenden Lippen aber, die zudem ausserordentlich selten sind, noch auf sich beruhen zu lassen.

Auf eine beginnende Gabelteilung lassen sich auch fast alle Spaltungs-Erscheinungen an den Spornen zurückführen. Nur eine besondere Erscheinung schicken wir voraus.

[191] An einer Ähre von Gymnadenia conopea R. Br. von Schreiberhau waren alle Sporne halbkreisförmig gebogen; der unterste (VI, 144) trug an der, vom Fruchtknoten abgewendeten Seite wenige Millimeter über der Spitze einen rückwärts gewendeten, hohlen, kegelförmigen Fortsatz, nicht ganz so lang, wie das gerade aus gerichtete Ende des Sporns. Einen ähnlichen, noch kleineren fand ich einmal in einer Ähre derselben Art von Wölfelsgrund.

Alle übrigen derartigen Sporne waren in der Ebene der Lippe gabelteilig, so dass gewissermassen jede Spitze einer Hälfte der Lippe angehörte.

[1]) Moggridge. Ophr. ins. p. 168; pl. XLVII. Fig. 3.
[2]) Masters. Pfl. ter. S. 439, Fig. 215 auf S. 440.

[192] So war es bei der oben erwähnten Blüte [125], (IV, 113) von Gymnadenia conopea R. Br. mit auffallend breiter, in der Mitte von einer scharfen Längsfalte durchzogener Lippe; — durchweg nach dem gleichen Plane gebaut war die grössere, untere Hälfte der etwa fünfzig sonst regelmässigen Blüten einer Ähre derselben Art. An der, dem Fruchtknoten zugekehrten Fläche des etwas verbreiterten Sporns, zuweilen auch an der gegenüberliegenden, zog sich eine flache Furche hin, und deutete selbst an den oberen, einfachen Spornen auf eine Neigung zur Teilung hin. Diese prägte sich bald nur in einer Einbuchtung am Ende, (VI, 145) bald als Gabelteilung des letzteren in zwei, nach rechts und links auseinanderweichende Schenkel (146), die bisweilen länger waren als das ungeteilte, obere Stück des Sporns, und dann bogenförmig gekrümmt weit auseinander spreizten (147). Der in dem ungeteilten Stücke einfache Hohlraum gabelte sich auch erst an der Teilungsstelle und setzte sich ununterbrochen in die beiden Arme fort.

[193] Aehnlich mögen die Sporne der Mehrzahl der von Gadeceau [1]) in einer Ähre derselben Art beobachteten, aber auch sonst abweichend gebauten Blüten beschaffen gewesen sein, von denen er nur sagt, dass sie am Ende tief gabelspaltig waren.

[194] Als eine erste Stufe der Teilung können wir die von M. Schulze [2]) angeführte Ausrandung des Sporns von Orchis tridentata Scop. betrachten, die oft tiefer wird, so dass er kurz zweilappig erscheint. [3])

[195] Eine Spaltung des Staubgefässes oder eigentlich des Staubfadens und der mit ihm verwachsenen Griffelsäule hat Fraser [4]) einmal bei Orchis Morio L. gefunden. Sie teilte sich in halber Höhe über dem Grunde in zwei Schenkel von gleicher Grösse und gleichem Aussehen, jeder mit einer zweifächrigen Anthere mit zwei Pollenmassen. Es waren also statt eines Staubgefässes zwei angelegt und bis zur Hälfte vereinigt in die Höhe gewachsen.

[196] Als den Beginn einer Spaltung des Staubbeutels können wir vielleicht die Bildung eines Staubfachs in seinem Mittelbande in einer sonst gewöhnlichen Blüte der schon einmal [160] erwähnten Orchis mascula L. mit verbändertem Stengel betrachten: Das schmale Mittelband endigt gewöhnlich in eine stumpfe Spitze; hier (VI. 148—149, m) war es sehr verbreitert, die gewöhnlich genäherten Fächer waren weit auseinander getreten, und neben jedem konnte man eine solche stumpfe Spitze unterscheiden. Zwischen beiden war es nach oben hin stark angeschwollen, die Aussenfläche den braunen Staubbeutelfächern bis auf die etwas mehr graubraune Farbe ganz gleich, das Innere wie diese mit Pollenmassen erfüllt, nur ohne Caudicula. Ueber diese Anschwellung zog sich eine flache Furche von vorn nach hinten hin und deutete auf eine Teilung in eine rechte und eine linke Hälfte hin, von denen jede mit den angrenzenden Streifen des Mittelbands und einem Staubfach ein nicht ganz vollständiges Staubgefäss bildete. Ob wir aber das Ganze als eine beginnende Spaltung des gewöhnlichen Staubbeutels oder als eine Verwachsung zweier dicht neben einander entstandenen Staubbeutelanlagen betrachten sollen, dafür fehlt es an einem bestimmten Anhalt. Die Verbänderung des Stengels möchte das letzte vielleicht wahrscheinlicher machen.

Nicht nur viel zahlreicher, sondern auch unvergleichlich bedeutungsvoller als diese vereinzelten Fälle einer Vermehrung der Blütenteile durch Spaltung sind die, in denen eine solche Vermehrung durch das Auftreten

H. überzähliger Staubgefässe

bewirkt wird, wenn wir mit diesem Ausdruck kurz diejenigen bezeichnen, die über die gewöhnliche Zahl hinaus in einer Blüte vorhanden sind. Die Bedeutung, welche diese für unsere Einsicht in den Bau

[1]) Gadeceau. Orch. conop.
[2]) Schulze. Orchid. v. Jena. S. 35.
[3]) Schulze. Orchid. Dtschl 7.
[4]) Fraser. Orch. Morio, p. 183.

der Orchideenblüte erlangt haben, beruht darauf, dass ihr Auftreten an gewisse Regeln gebunden ist. Einschliesslich der gewöhnlichen Staubgefässe einer Blüte, bei den Cypripedileen zwei, bei den übrigen Orchideen eins, übersteigt ihre Zahl nicht sechs, die nicht einmal alle zugleich als wirkliche Staubgefässe ausgebildet sind. Von ihnen stehen 1--3 vor den Kelchblättern (Kelchstaubgefässe) also abwechselnd mit den Kronblättern; 1—3 vor diesen (Kronstaubgefässe) und zwar, wo sich ihre gegenseitige Stellung deutlich erkennen lässt, nach innen von den Kelchstaubgefässen, so dass diese einen äusseren, jene einen inneren dreizähligen Wirtel bilden. Mit diesen wechseln endlich die drei Fruchtblätter ab.

So hat die Ansicht von Robert Brown, dass die Blüte der Orchideen, trotz der ausserordentlich abweichenden Ausbildung ihrer Teile, namentlich ihrer Kronblätter und ihrer Staubgefässe, in ihrer Zusammensetzung aus fünf alternirenden dreizähligen Wirteln doch denselben Grundplan erkennen lasse, wie die der überwiegenden Mehrzahl der Monokotylen, eine seiner Hauptstützen in den überzähligen Staubgefässen gefunden; und so gut wir die Umänderung des zweilippigen Perigons der Orchideen in seine vermutlich ringsgleiche Urform als eine Pelorienbildung bezeichnen, können wir Blüten, in denen von den gewöhnlich ausbleibenden Staubgefässen eins oder mehrere zum Vorschein kommen, als Staminalpelorien betrachten, auch wenn bis jetzt noch in keiner alle 6 Staubgefässe vollständig ausgebildet gefunden worden sind.

Die Aufsuchung überzähliger Staubgefässe zur festeren Begründung dieser Auffassung ist um so wertvoller, als bisher weder die vergleichende Betrachtung der einzelnen Blütenteile, noch die Verfolgung des Verlaufs der Gefässbündel, noch die Entwickelungsgeschichte alle hierher gehörigen Punkte befriedigend aufgeklärt hat.

Namentlich scheint mir die Annahme, dass in der regelmässigen Blüte bestimmte Teile als umgebildete Staubgefässe zu betrachten seien, für den grössten Teil namentlich unserer heimischen Orchideen nicht zutreffend.

Dies gilt zunächst von den Oehrchen, den auriculae, zu beiden Seiten am Grunde des einzigen Staubgefässes der Ophrydeen. Kleine, aus breitem Grunde verschiedenartig gewölbte, aus durchscheinenden farblosen Zellen locker zusammengesetzte Höcker, haben sie nicht die geringste Aehnlichkeit weder mit einem Staubfaden, noch mit einem Staubbeutel, noch mit einem der Blättchen, in welche man diese zuweilen stufenweise übergehen sieht. Auch stehen diese selbst gefässlosen Höcker in keinerlei Beziehung zu dem Gefäss-System der übrigen Blüte. Es würde daher wohl Niemand auf den Gedanken gekommen sein, in ihnen Staubgefässe zu sehen, wenn man nicht von der Voraussetzung ausgegangen wäre, es müsste von den, der Anlage nach vorhandenen, aber nicht zur vollen Ausbildung gekommenen Staubgefässen, doch wenigstens irgend eine Andeutung aufzufinden sein.

Nach ihrer Stellung vor den paarigen Kronblättern könnten es dann nur die paarigen Staubgefässe des inneren Wirtels sein. Dem widerspricht aber entschieden der Ort ihrer Anheftung, denn sie stehen nicht nach innen von dem einzigen ausgebildeten Staubgefäss, das zugleich das unpaare des äusseren Wirtels ist, sondern an dessen äusseren Seiten; ihre Anwachsstelle zieht sich oft weit um die hintere Fläche desselben nach dem unpaaren Kelchblatt hin und zwar nicht nur in vereinzelten Ausnahmefällen, über die man vielleicht hinwegsehen könnte, sondern regelmässig. Ganz anders verhalten sich in Wirklichkeit die paarigen Staubgefässe des inneren Wirtels, wie wir weiter unten [209, ff] zeigen werden.

Aber auch die Deutung der Oehrchen als die paarigen Staubgefässe des äusseren Wirtels, wie sie anfangs als Vermutung, zuletzt von Pfitzer[1]) auf Grund der Entwickelungsgeschichte mit Bestimmtheit angenommen worden ist, scheint mir dadurch noch nicht endgültig festgestellt. An jungen Knospen von Orchis Morio L. und einer etwas älteren von Orchis latifolia L. fand er vor der

[1]) Pfitzer. Entwickel. S. 170 f.

Mitte der paarigen Kelchblätter zwei kleine Höcker, die er danach als die paarigen Staubgefässe des äusseren Wirtels deutet. Wären das die späteren Oehrchen, so müsste ihre Anwachsstelle von der Mitte des paarigen Kelchblatts bis über die des angrenzenden paarigen Kronblatts gerückt sein. Das ist gewiss sehr unwahrscheinlich, wenn die Anwachsstelle am Rande des Fruchtknotenbechers, unmittelbar an den Kronblättern läge. Auch der Druck der mächtig entwickelten Anthere, die fast den ganzen Innenraum der Knospe ausfüllt, könnte eine Verschiebung der Anwachsstelle an dem unverändert an seinem Platze bleibenden Kronblatt vorbei nicht erklären. Dagegen könnte der kleine Höcker, wie später das Oehrchen, am Grunde der Staubgefäss-Säule angewachsen sein, wofür die gegebenen Figuren [1]) nicht sprechen, was aber durch sie nicht schlechthin ausgeschlossen ist, da die abgebildeten Schnitte die Anthere, nicht aber die Säule und auch nicht die Anwachsstelle des kleinen Höckers selbst getroffen haben. Dann würde es wohl verständlich sein, dass die letztere durch das ungleiche Wachstum der Säule seine Stellung gegen die andern Blütenteile verändert hätte, auch wäre es nicht auffallend, dass er anfangs den Raum eingenommen hätte, in dem das ganz ausgebliebene paarige äussere Staubgefäss sich sonst entwickelt haben würde. Aber deshalb müsste er noch nicht als dieses selbst betrachtet werden. Er könnte ein blosser seitlicher Anhang des fruchtbaren Staubfadens sein, ohne den Wert eines eigenen Blattes zu haben, nur etwa den seitlichen Spitzen der dreispaltigen Träger von Allium oder Deutzia vergleichbar, auf die schon Robert Brown [2]) hingewiesen hatte. Dieser war nämlich [197] an der von ihm selbst zuerst angedeuteten Auffassung der Oehrchen als der paarigen äusseren Staubgefässe irre geworden, als er in mehr als einer Ähre von Habenaria (Platanthera) bifolia R. Br. die grösste Zahl der Blüten dreimännig sah, die drei Antheren genau den drei Kelchblättern entgegengesetzt. Dabei aber waren nicht allein die Oehrchen des normalen Staubfadens deutlich zugegen, sondern auch zwei andere ähnliche Fortsätze, je einer auf der, dem normalen zugekehrten Seite der beiden hinzugekommenen Staubgefässe. Dieses Vorkommen war also kein vereinzeltes, das man vielleicht als eine rein zufällige Missbildung hätte ausser Acht lassen können; es hatte sich an einer grösseren Anzahl von Blüten verschiedener Pflanzen wiederholt. Es ist daher wohl erklärlich, dass Robert Brown selbst bemerkte, es mache die oben berührte Deutung der Oehrchen bei den Orchideen sehr zweifelhaft und dass auch Pfitzer [3]) hauptsächlich dadurch früher bestimmt worden war, die Oehrchen als blosse Emergenzen, als Anhängsel des einzigen Staubgefässes der Blüte anzusehen. Nachdem derselbe auf Grund seiner entwickelungsgeschichtlichen Studien von dieser Ansicht zurückgekommen war, glaubte er Robert Brown's Beobachtung bei Platanthera bifolia Rchb. so auffassen zu sollen [4]), dass die hier trotz dreier fertiler äusserer Stamina vorhandenen vier Oehrchen den sonst ganz unterdrückten paarigen Staubblättern des inneren Kreises entsprächen, welche sich verdoppelt hätten. Auf diese Weise würde sich auch die auffallende Thatsache erklären, dass die zwei überzähligen Staubgefässe nur an der dem gewöhnlichen zugekehrten Seite ein Oehrchen tragen. Immerhin giebt die Zuhülfenahme eines solchen dédoublements der Erklärung etwas Gezwungenes, selbst wenn man zugeben wollte, dass die Oehrchen vielfach eine Neigung zu einem solchen zeigten, indem sie als niedrige, zweizipflige Wülste erscheinen. Die Deutung der vier Oehrchen als zweier innerer Staubgefässe scheint mir aber durch die Stelle, an der sie stehen, ganz ausgeschlossen. Nach der Angabe von Robert Brown sind alle vier Oehrchen einander ähnlich beschaffen, wie die des normalen Staubgefässes; dann stehen sie ausserhalb ihrer Staubgefässe und können, wie wir oben bemerkt haben, nicht dem innern Kreise angehören.

Ich füge noch hinzu, dass ich wiederholt in durchgehend paradimeren Blüten von Orchis latifolia L. und Gymnadenia conopea R. Br. beide Oehrchen neben dem Staubgefäss gefunden

[1]) Pfitzer. Entwickel. Taf. III, Fig. 17, 20 von Orchis Morio L.; Taf. IV. Fig. 1 von Orchis latifolia L.
[2]) Brown. Apostasia, S. 199.
[3]) Pfitzer. Studien. S. 131 f.
[4]) Ders. Entwickel. S. 170.

habe, während doch ausser diesem nur noch ein äusseres Staubgefäss als der Anlage nach vorhanden angenommen werden kann. Noch weniger lässt sich mit der Deutung der Oehrchen als äussere oder
[198] innere Staubgefässe die Beobachtung von Theriot [1]) vereinigen, nach der bei zweizähligen Pelorien von Orchis laxiflora ausser dem einen fertilen Stamen und den beiden Staminodialhöckerchen an demselben sich noch drei Stamina im Innern der Blüte vorfanden. Hier stand also vor jedem Perigonblatt ein Staubgefäss und ausserdem noch die zwei Oehrchen neben dem ursprünglichen Staubgefäss, die demnach keine „Staminodialhöckerchen" sein können.

Alle diese Bildungsabweichungen sprechen gegen die Auffassung der Oehrchen als Staminodien; aber auch die dafür angeführten können dieselbe nicht beweisen. So scheint mir das von Wolf [2])
[199] in einer Blüte von Orchis mascula L. an der einen Seite des Staubgefässes gefundene „mit dem Kronblatt auf's innigste verwachsene" Staubbeutelfach, das er für das weiter entwickelte Oehrchen ansieht, nur ein, sich in ein Staubgefäss umbildendes Kronblatt zu sein, neben dem das ohnehin sehr kleine Oehrchen nicht zur Ausbildung gekommen ist. Wir werden das später bei Besprechung derartiger Umbildungen noch wahrscheinlicher machen und wir dürfen hoffen, dass durch sorgfältige Beachtung der Oehrchen beim Auftreten überzähliger Staubgefässe noch schätzbare Beiträge zur Beantwortung dieser Frage werden gewonnen werden.

Bei den Ophrydeen scheint mir daher die Stellung der Oehrchen vor den paarigen Kronblättern und zugleich nach hinten und aussen von dem Staubgefäss, sowie die Erscheinungen in abweichenden Blüten es zum mindesten höchst unwahrscheinlich zu machen, dass wir in ihnen Vertreter von Staubgefässen zu sehen hätten.

Ob die Spitzchen und anderen kleine Hervorragungen zu beiden Seiten des Säulchens bei den Neottineen mehr Anspruch darauf haben, als selbständige Blattgebilde zu gelten, muss ich aus Mangel an hinreichenden Anhaltspunkten dahin gestellt sein lassen. Pfitzer [3]) hat ihre Anfänge neben der schmäleren Grundfläche der Anthere, deutlich ein wenig tiefer, rechts und links auf der Innenseite des becherförmigen Randes des Fruchtknotens inserirt gefunden und sieht sie deshalb als die paarigen inneren Staubgefässe an. Dass sie dann mit dem Säulchen bald nur wenig wie bei Epipactis, bald aber hoch hinauf verwachsen wie bei Cephalanthera, lässt sich recht wohl denken.

[200] Zwei von Freyhold [4]) bei Limodorum abortivum Sw. beobachtete Bildungsabweichungen sind dieser Annahme auch günstig. In beiden Blüten war die eine „Aurikula" in eine kleine pollentragende Anthere umgewandelt, bei der einen von ihnen nahm auch die andere „Aurikula" spurenhaft an der Pollenbildung Teil. Beweisend sind solche vereinzelte, ganz ausserordentlich seltene Erscheinungen noch dazu aus zwei aufeinanderfolgenden Blüten derselben Pflanze freilich nicht. Blütenstaub bildet sich auch bei Orchideen nicht nur öfter an verschiedenen Kronblättern, sondern vereinzelt selbst im Mittelbande des Staubgefässes; in ein kleines, aber vollständiges Staubgefäss hat Freyhold einmal das Rostellum verwandelt gefunden, das doch nur die sonst ziemlich unscheinbare Spitze eines Fruchtblatts ist. Da wäre es wohl auch nicht ausgeschlossen, dass ein blosser seitlicher Anhang des Säulchens, wie das „Oehrchen" in der ersten der beiden Blüten, sich einmal in ein Staubgefäss fortbildete, wie es die seitlichen Abschnitte der Lippe zuweilen thun, ohne dass sie deshalb den Wert selbständiger Blattorgane zu haben brauchten.

[201] Gegen diese Annahme sprechen auch andere Vorkommnisse. Nach einer von Freyhold [5]) mitgeteilten Aufzeichnung im Herbarium von Al. Braun haben Dr. Thiry und Mettenius 1851 am

[1]) Siehe unten [229].
[2]) Wolf. Beiträge, S. 270; Taf. XVI, Fig. 5—7.
[3]) Pfitzer. Entwickel. S. 174; Taf. IV, Fig. 10.
[4]) Freyhold. Limod. ab. S. XXVII.
[5]) Ebda. S. XXV.

Kaiserstuhl im Breisgau zahlreiche, mehr oder weniger vollständig triandrische Blüten von Limodorum abortivum Sw. gefunden, in denen die normale mittlere Anthere ihre „Aurikula“ beibehalten hatte. Von deren herablaufenden Kanten wurden die am Rande des Säulchens angewachsenen Filamente der zwei accessorischen Stamina umfasst. Freyhold, der es als feststehend betrachtete, dass die Oehrchen inneren Staubgefässen entsprächen, schloss daraus, dass die Oehrchen zugleich mit den überzähligen Staubgefässen vorhanden waren, dass diese dem äusseren Wirtel angehörten; ihre Deckung durch Glieder des inneren wäre auffallend, doch nicht ohne Analogie im Pflanzenreiche.

Ob eine solche Deckung auch sonst mit der Regelmässigkeit vorkommt, wie hier an den zahlreichen, von Al. Braun gesehenen Blüten, ist mir nicht bekannt. Wahrscheinlich ist eine solche Annahme jedenfalls nicht und der Schluss liegt viel näher, dass die überzähligen Staubgefässe innere sind, die Oehrchen aber weder inneren noch äusseren entsprechen, sondern blose Anhänge des gewöhnlichen Staubgefässes darstellen. Dass sie oft verkümmern oder ganz ausbleiben, wo sich dicht neben ihnen die viele Male grösseren Staubgefässe ungewöhnlicher Weise ausbilden, ist viel eher zu verstehen.

Ebensowenig, wie den Oehrchen können wir den Wert selbständiger Blattgebilde den Seitenlappen der Lippe zugestehen [1]). Darwin sah in ihnen die verblatteten paarigen äusseren Staubgefässe und führte dafür an, dass das in jeden seitlichen Abschnitt der Lippe eintretende Gefässbündel sich von dem des paarigen Kelchblatts ebenso abzweige, wie das des gewöhnlich allein vorhandenen Staubgefässes von dem des unpaaren Kelchblatts. Dagegen hat Gérard [2]) darauf hingewiesen, dass die für die Staubgefässe bestimmten Gefässbündel sich in radialer Richtung nach innen abzweigen, die nach den Seitenteilen der Lippe hingehenden aber von ihrem Ursprunge an seitlich, so dass sie mit jenen nichts gemein haben. Mag man auch diesem Umstande nicht die entscheidende Bedeutung beilegen, wie Gérard, indem sich im Verlaufe der Umbildung des Staubgefässes in einen Teil der Lippe mit der Richtung seines Gefässbündels wohl auch schon die Art der Abzweigung des letzteren geändert haben könnte, so darf er doch nicht unberücksichtigt bleiben; denn es ist nicht einzusehen, weshalb es, in radialer Richtung entsprungen, sich nicht nachher im Bogen nach der Lippe sollte hingewendet haben. Von grösserem Gewicht ist, wie mir scheint, dass Hochstetter [3]) in drei Blüten zweier Pflanzen von Ophrys arachnites L. (O. fuciflora Rchb.) von den vollkommen ausgebildeten paarigen äusseren Staubgefässen je eins am Rande eines Seitenlappens der Lippe hervorkommen sah: diese waren also nicht aus dessen Umwandlung hervorgegangen.

Wenn wir also die Natur der sogenannten Oehrchen der Neottineen auf sich beruhen lassen, so haben wir in der regelmässigen Blüte sowohl dieser Gruppe wie der der Ophrydeen bis auf das grosse Staminodium der Cypripedileen, nichts, woraus wir schliessen könnten, dass ausser den gewöhnlich vorhandenen Staubgefässen noch andere selbst nur der Anlage nach da wären. Hier treten die Bildungsabweichungen ein. Ueberzeugend sind zunächst die, bei denen in sonst unveränderten Blüten wirkliche, dem normalen ähnliche Staubgefässe auftreten, an die wir daher hier nur da verblattete Formen als sogenannte Staminodien anschliessen, wo sie mit den andern in derselben Blüte vorkommen. Leider weiss man meist nicht, was man sich eigentlich unter diesen zu denken hat, denn von verschieden gestalteten, oft winzigen Zellhöckern, wie den Oehrchen der Ophrydeen, den Zähnchen und Spitzen der Neottineen bis zu Blättern von der Gestalt und Grösse von Kronblättern oder Lippen wird derselbe Ausdruck gebraucht. Er ist ganz geeignet, um darunter jeden Teil einer Blüte zu begreifen, der mit gutem Grunde als Vertreter eines Staubgefässes betrachtet werden kann, aber bei der Unsicherheit,

---

[1]) Pfitzer. Entwickel. S. 171 f. ist zu demselben Ergebnis gekommen, indem er davon ausging, dass die Oehrchen den paarigen äusseren Staubgefässen entsprächen.

[2]) Gérard. Diagr. Orch. p. 234. Pl. 9, Fig. 7.

[3]) Hochstetter. Orch. S. 636; siehe auch [202].

die dieser Annahme immerhin anhaftet, wäre es doppelt wünschenswert, dass in jedem einzelnen Falle die Beschaffenheit des „Staminodiums“ angegeben würde, was bis jetzt nur ausnahmsweise geschehen ist.

Sehr viel störender ist die Unsicherheit, ob die überzähligen Staubgefässe selbst dem äusseren oder dem inneren Wirtel derselben angehören; ja, wenn man die zweifelhaften Fälle zunächst ausschliesst, so bleibt von der öfter wiederkehrenden allgemeinen Angabe ihrer grossen Häufigkeit nur wenig übrig. Das kann auch den, der solche Bildungen in der Natur aufsucht, nicht Wunder nehmen, denn in der Regel kann man manches tausend Blüten durchsuchen, ehe man ein lehrreiches Beispiel dieser Art findet.

I. Ueberzählige wirkliche Staubgefässe in dreizähligen, zweilippigen (zygomorphen) Blüten.

a. Ueberzählige äussere Staubgefässe.

Als äussere bezeichnen wir kurz die Staubgefässe des äusseren Wirtels, die zwar innerhalb der Kronblätter (einschliesslich der Lippe) stehen, die aber, wo noch Glieder eines zweiten Wirtels ausgebildet sind, von diesen nach aussen stehen. Ferner stehen sie vor den Kelchblättern, wechseln also mit den Kronblättern ab.

Daher kehren die paarigen unter ihnen ihren Rücken den paarigen Kelchblättern zu, wenden ihn also in der umgewendeten Blüte, die wir auch hier immer zu Grunde legen, mehr dem Beschauer zu, als ihre, die Staubbeutelfächer tragende Bauchseite.

Alle diese Umstände sind von älteren Beobachtern mehrfach sorgfältig beachtet, gerade in neuerer Zeit oft vernachlässigt worden, so dass wir über die Art der Staubgefässe im Zweifel bleiben und die Beobachtung einen grossen Teil ihres Wertes verliert.

[202] Die ältesten hierher gehörigen Beobachtungen, die genau genug sind, um ein sicheres Urteil auf sie zu gründen, sind die, welche Hochstetter[1]) 1825 an zwei Pflanzen von Ophrys arachnites (O. fuciflora Rchb.) von Dettingen unter Urach gemacht hat. In drei zweimännigen Blüten derselben kamen ausser dem gewöhnlichen, dem Gynostemium eingefügten Staubbeutel vollkommen gleich gebildete, jedoch ganz nackte und auf kurzen Stielchen frei stehende Staubbeutel am Rande eines Seitenlappens der Honiglippe hervor. Dies können wohl nur einzelne paarige Staubgefässe des äusseren Wirtels gewesen sein.

Nicht ganz so sicher, aber doch auch sehr wahrscheinlich ist dies bei den drei, im Jahr vorher [203] von ihm bei Esslingen gefundenen Blüten von Orchis coriophora L.[2]). Die ebenso auf kurzen Stielchen sitzenden Staubbeutel, in zwei Blüten je einer, in der dritten zwei, gingen nämlich hier, (wie die Herbarienexemplare zeigten), „nicht aus der Honiglippe, sondern ganz nahe am Rande der Blumenblätter hervor.“ Wäre damit deren hinterer Rand gemeint, so würde das der genaue Beobachter gewiss angegeben haben; der vordere liegt aber, wie der Rand der Lippe nahe vor der Mitte eines der paarigen Kelchblätter, und ein dort stehendes Staubgefäss müsste, trotz einer kleinen Verschiebung nach dem einen oder dem andern Perigonblatt hin, als ein äusseres angesehen werden.

[204] Ganz bestimmt hat sich über diesen Punkt wenige Jahre später (1831) Robert Brown[3]) bei der schon oben [197] angeführten Beobachtung von mehreren Ähren von Habenaria (Platanthera) bifolia R. Br. ausgesprochen. Hier fand er die grösste Zahl der Blüten dreimännig, die drei Antheren gleich weit von einander abstehend und genau den drei Abschnitten des äusseren Kreises der Blütendecke, deren innerer Kreis in seinem gewöhnlichen Zustande blieb, entgegengesetzt. Hier müssen namentlich die überzähligen äusseren Staubgefässe so weit von dem gewöhnlichen unpaaren abgestanden haben, dass sich zwischen beiden noch die Öhrchen hatten ausbilden können.

[1]) Hochstetter. Orchid. S. 636.

[2]) Ebenda S. 637.

[3]) Brown. Apostasia, S. 198. — Vergl. oben [197].

[205] So mag auch das eine überzählige Staubgefäss beschaffen gewesen sein, von dem Röper bemerkt: [1]) „Orchis Morio L . . . . . habe ich bei einer übrigens ganz normalen Blume zweimännig beobachtet. Das accessorische Stamen, kleiner als das normale, an gewohnter Stelle vorhandene, stand vor einem der beiden seitlichen Perigonzipfel.“ Anders bei den Arten mit längerem Säulchen, wie namentlich bei den Neottineen.

[206] Bei der von Wydler [2]) beobachteten Neottia nidus avis L. C. Richard waren die etwas abgeplatteten Fäden innen mit der dicken Griffelsäule verwachsen, doch gegen sie durch eine ziemlich tiefe Furche abgegrenzt, jeder am Ende mit einer der gewöhnlichen gleichen Anthere; auch trug der Griffel für jede ein Rostellum. Uebrigens standen die ein bis zwei überzähligen Staubgefässe beständig vor den Kelch- abwechselnd mit den Kronblättern.

[207] Ihnen ähnlich mögen die von Pfitzer [3]) der Naturforscher-Versammlung in Wiesbaden vorgelegten Blüten von Limodorum abortivum Sw. gewesen sein „in denen die paarigen Staubblätter des äusseren Kreises entwickelt und vielfach vor denselben Klebmassenbildungen an den Carpellspitzen vorhanden sind.“

Wahrscheinlich gehören hierher auch die drei in eine dreikantige Masse verwachsenen Staub-[208] fäden der mittleren Blüten der von J. E. Gray [4]) beschriebenen Ophrys apifera Huds. auf die wir noch wiederholt zurückkommen müssen [213].

Dies sind die wenigen einigermassen zuverlässig festgestellten Fälle, wo in sonst regelmässigen Blüten zwei oder alle drei Staubgefässe des äusseren Wirtels allein und als wirkliche Staubgefässe ausgebildet beobachtet worden sind.

b. Wirkliche überzählige innere Staubgefässe in dreizähligen Blüten.

Etwas häufiger sind solche Blüten in denen neben dem gewöhnlichen Staubgefäss nur solche des inneren Kreises sich entwickelt haben, also solche die von den vorher besprochenen, namentlich den gewöhnlichen, nach innen stehen; die vor den Kronblättern (einschliesslich der Lippe) stehen, daher mit den Kelchblättern abwechseln und von denen das unpaare, vor der Lippp stehende, dem Beschauer den Rücken zuwendet, die paarigen dagegen nicht genau, aber deutlich genug ihre, die beiden Staubbeutelfächer tragende Vorderseite.

[209] Unter den hierher gehörigen Pflanzen war eine ungewöhnlich kräftige von Orchis maculata L. dadurch ausgezeichnet, dass sie in einer Ähre mehr abweichende Blüten enthielt, als alle anderen bisher bekannt gewordenen Orchideen zusammen, die von His bei Ophrys insectifera L. angegebenen vielleicht ausgenommen; nicht weniger durch die gleichmässige und scharfe Ausbildung derselben. Die Pflanze vom Wege nach der Zackelklamm bei Schreiberhau war über anderthalb Fuss hoch, der Stengel unten 7 mm dick mit sechs grossen, über 20 cm langen Blättern von denen die zwei oberen hoch hinauf verwachsen, am Grunde aber durch die Längsdehnung des Stengels eine Strecke weit auseinander gerissen waren, wie auch das über diesen stehende letzte Paar etwas kleinerer Blätter, an dem hier stark links (mit der Sonne) gedrehten Stengel. Dieser trug die stattliche Ähre von 51 Blüten, von denen erst die untersten ganz geöffnet, die meisten noch geschlossene Knospen waren; alle nicht ungewöhnlich gross und von dem gewöhnlichen Aussehen, so dass das Auftreten überzähliger Staubgefässe mit der Drehung des Stengels und der Verwachsung der oberen Laubblätter kaum in irgend einer Beziehung stand, wohl aber mit der Wachstumsenergie im allgemeinen, indem ihre Zahl nach oben hin noch rascher abnahm als die Grösse der Blüten. Von diesen 51 Blüten zeigten nämlich 38, durch

[1]) Röper. Norm u Abn. S. 428.
[2]) Wydler. Orch. triandr. p 313
[3]) Pfitzer. Limodor. S. 246.
[4]) Gray. Ophr. ap. p. 213.

die ganze Ähre verteilte keine Abweichung, während sieben, fast alle in ihrer unteren Hälfte, dreimännig (VI, 152—154), acht zweimännig (VI, 150—151) waren, während das oberste Drittel nur noch eine zweimännige Blüte enthielt. Dass die überzähligen Staubgefässe paarige des inneren Wirtels waren, sah man daraus, dass sie rechts und links von der Mitte und deutlich nach innen von dem gewöhnlichen unpaaren des äusseren Kreises standen, so dass sie von vorn gesehen (150, a″; 152, a″, a‴) mit ihren Rändern das letztere teilweise verdeckten, wie dieses vom Rücken her betrachtet, ihre inneren Ränder deckte (151 a‴; 153 a″, a‴). Ueberall war hinten neben den überzähligen Staubgefässen das Oehrchen als winziger Höcker entwickelt, der leicht zu übersehen war, aber, wie es schien, nirgends ganz fehlte. Nur eins dieser letzteren stand gerade seitwärts von dem gewöhnlichen Staubgefäss, seine Innenseite diesem zugewendet, so dass das eine Fach nach vorn hin lag, das andere aber um den Rücken des normalen Staubgefässes etwas übergriff; nicht aber um dessen Oehrchen. Dies, dann dass nur einer von 22 Staubbeuteln diese Stellung hatte, zeigt uns, dass wir hier eine, durch irgend eine Störung verursachte Verschiebung vor uns haben, wie solche gelegentlich überall vorkommen. Uebrigens steht dieses Staubgefäss vor einem der paarigen Kronblätter: wie alle anderen überzähligen, die dem Beschauer durchweg ihre Vorderseite zukehren. Sie sind etwas kleiner, als das gewöhnliche, ohne dessen Schnabelfortsatz zwischen den Staubbeutelfächern, deren innere Caudiculae bald in eine dem Beutelchen ähnliche Anschwellung einzudringen scheinen, bald wie die meisten äusseren frei nach unten ausgehen; übrigens mit ihren zwei, mit Blütenstaub erfüllten Fächern ganz regelmässig ausgebildet.

[210] Diesen ähnlich war ein einzelnes überzähliges Staubgefäss (VI, 155, a″) in einer übrigens ganz regelmässigen Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. Es stand vor einem der paarigen Kronblätter, wendete seine Vorderseite schräg nach vorn und war deutlich nach innen gerückt von dem gewöhnlichen Staubgefässe. Diesem stand es so nahe, dass es die Ausbildung des Oehrchens so stark beschränkt hatte, dass dieses nach vorn kaum merklich aussen am Grunde des inneren Staubgefässes hervortrat, um sich als niedriger Wulst hinten herum bis an den Rücken des gewöhnlichen Staubgefässes hinzuziehen. Diese Verkümmerung des Oehrchens, die hier, wie bei den eben besprochenen Blüten von Orchis maculata L. so weit geht, dass es leicht ganz übersehen werden kann, während es auf der anderen Seite des gewöhnlichen Staubgefässes in der der Art eigenen Grösse ausgebildet ist, lässt es wohl glaublich erscheinen, dass es einmal ganz fehlschlagen kann, ohne dass man desshalb berechtigt wäre anzunehmen, dass das überzählige Staubgefäss an seine Stelle getreten wäre. Das ungewöhnliche Auftreten des letzteren hat dem Oehrchen vielleicht Raum und Nahrung entzogen die Wachstumsverhältnisse an dieser Stelle überhaupt gestört. Hatten wir doch schon vorher bemerkt, dass bei den zwei und dreimännigen Blüten von Orchis maculata L. auch das Rostellum und namentlich die Bursicula mancherlei Unregelmässigkeiten zeigt.

[211] Auch in der obersten Blüte einer Orchis latifolia L. aus der Umgegend von Breslau mit drei Kelchblättern, aber ohne Lippe und mit nur zwei, den paarigen Kronblättern ähnlichen inneren Perigonblättern, stand vor der einen Seite des gewöhnlichen Staubgefässes ein zweites, kleineres so deutlich nach innen, den Rücken schräg nach hinten gewendet, dass wir es unbedenklich als eins der paarigen inneren Staubgefässe betrachten können.

[212] Ebenso sah Penzig [1]) bei Ophrys funerea Viv. in mehreren Blüten ausser dem normalen fertilen Stamen eines der paarigen Glieder des inneren Staminalkreises fertil entwickelt.

[213] Nicht mit Sicherheit, aber doch mit Wahrscheinlichkeit können wir hierher die zwei untersten Blüten einer Ophrys apifera Huds. rechnen, von denen J. E. Gray [2]) angiebt, sie hätten zwei deutlich mit einander verwachsene Staubgefässe gehabt, von denen das obere, normale etwas breiter und über das andere überhängend war. Danach kann das letztere wohl nur ein paariges des inneren Wirtels

[1]) Penzig. Anomalie. p. 76.
[2]) Gray. Ophr. ap. p. 213.

gewesen sein; obgleich die oberen Blüten drei Staubgefässe, wahrscheinlich des äusseren Wirtels, enthielten und wir dann an derselben Pflanze zwei ganz verschiedene Blütenbildungen haben würden.

[214] Nicht viel sicherer ist die Deutnng einer Ophrys araneifera Huds., die Moggridge [1]) bei Mentone gefunden hat. In einer sonst ganz regelmässigen Blüte stand an jeder Seite des gewöhnlichen Staubgefässes ein eben solches mit den Caudiculis aber ohne Bursicula. Diese beiden kehrten ihre vordere Fläche schräg nach vorn und standen so deutlich vor den paarigen Kronblättern, dass sie nicht wohl etwas anderes sein können, als die paarigen inneren Staubgefässe, nicht aber auf eine Verwachsung zweier Blüten hindeuten, wie Moggridge vermutete.

[215] Erhebliche Abweichungen zeigte die von Henslow [2]) beschriebene Ähre von Habenaria (Platanthera) chlorantha, die wir gleichwohl hier anschliessen, da nicht zu bezweifeln ist, dass die beiden, rechts und links von der Mitte, vor den paarigen Kronblättern stehenden, ihre Innenseite schräg nach vorn richtenden Staubgefässe, die zwei paarigen des inneren Wirtels sind. Die oben [121] besprochene Verwachsung des unpaaren Kelchblatts mit dem einen Kronblatt lässt sich vielleicht in Beziehung dazu bringen, dass auch die beiden Staubgefässe mit einander hinten durch eine dünne Haut verbunden sind, während das gewöhnliche mediane Staubgefäss fehlt. Denn der zwischen ihnen, aber vor der sie verbindenden Haut, auf kurzem Stiele stehende Knopf (Henslow Fig. 1, s) kann nicht das staminodiale gewöhnliche Staubgefäss sein, da dieses dem äusseren Wirtel angehört, also hinter den beiden des inneren Wirtels stehen müsste; er ist vielleicht der verbildete ursprüngliche Schnabelfortsatz oder die Verschmelzung der inneren Oehrchen, während die äusseren (das. s') beiderseits sich haben frei entwickeln können. Als staminodiales gewöhnliches Staubgefäss könnte höchstens die kleine Erhöhung an der Rückseite der beiden inneren Staubbeutel angesehen werden. (Henslow Fig. 2.) Indes ist diese so unscheinbar, dass es naturgemässer erscheint, das gänzliche Fehlen dieses Staubgefässes anzunehmen.

[216] Zahlreichere und mannigfaltigere Blüten mit überzähligen Staubgefässen sind bei Limodorum abortivum Sw. gefunden worden, meist als die untersten reicher, üppiger Ähren und unter ihnen auch mehrere, bei denen diese Staubgefässe nur dem inneren Wirtel angehörten. Namentlich verdanken wir Freyhold [3]) eine genauere Angabe über eine Reihe verschiedener Vorkommnisse bei dieser Art. Einmal fand er die zwei untersten Blüten triandrisch, die Stelle der fehlenden Oehrchen von den überzähligen Staubblättern eingenommen, und schloss daraus, dass diese dem inneren Kreise angehören. Aber auch der, dem die Natur dieser Oehrchen noch nicht genügend festgestellt zu sein scheint, wird aus Freyhold's Angabe schliessen, dass die überzähligen Staubgefässe vor den paarigen Kronblättern gestanden haben und sie desshalb dem inneren Wirtel zurechnen.

In der vierten Blüte einer andern Pflanze war von den paarigen inneren Staubgefässen nur ein kleines vorhanden, das Freyhold als umgewandelte Auricula betrachtet; in der fünften nahm ausserdem noch die andere Auricula spurenweise an der Pollenbildung teil.

Suchen wir, wie bisher, nur solche Blüten auf, in denen nur regelmässig ausgebildete überzählige Staubgefässe vorkommen, so finden wir merkwürdiger Weise keine, in der diese gleichzeitig dem äusseren und dem inneren Wirtel angehörten.

Gleichwohl weist die nicht grosse, aber doch nicht ganz unerhebliche Zahl von sonst regelrechten Blüten, in denen vollkommene Staubgefässe bald vor den drei Kelchblättern, bald weiter nach innen gerückt, vor den drei Kronblättern erscheinen, darauf hin, dass im Grundplan der Orchideenblüte ein äusserer Wirtel von drei Kelch- und ein innerer von drei Kronstaubgefässen angenommen werden muss.

[1]) Moggridge. Abn. Ophrys, p. 318; pl. LXXII, A. 4.
[2]) Henslow. Hab. chlor, p. 104; Tab. I. B, Fig. 1–4, und 1 Textfig.
[3]) Freyhold. Limod. abort. S. XXIII.

c. Wirkliche überzählige unbestimmte Staubgefässe in dreizähligen Blüten.

Dass überhaupt ausser dem allein ordentlich ausgebildeten Staubgefäss noch andere der Anlage nach vorhanden waren, dafür spricht auch eine ganze Reihe von überzähligen Staubgefässen, über die wir nicht genau genug unterrichtet sind, um ihre Stellung sicher bestimmen zu können. Bei mehreren der älteren Beobachter liegt das daran, dass sie überhaupt nur drei Staubgefässe im Grundplan der Blüte annahmen und die ein bis zwei überzähligen ohne Weiteres als Ergänzung des dreizähligen Wirtels des gewöhnlichen Staubgefässes, also als solche des äusseren Wirtels betrachteten. Das traf kaum immer zu; doch sind wir dabei ebenso auf Vermutungen angewiesen, wie bei den unzureichenden Angaben neuerer Beobachter.

[217] Eine der ältesten beachtenswerten Beobachtungen über abweichende Orchideenblüten ist die von Martius [1]) aus dem Nachlass des 1810 gestorbenen Schreber mitgeteilte über eine „Orchis Morio monstrosa". Die drei Blüten waren ausser dem ungewöhnlich breiten, an der Spitze gewölbten unpaaren Kelchblatt mit drei flachen Kerbeinschnitten, den gewöhnlichen ähnlich doch enthielt jede drei regelmässige Antheren, die bei zweien dem Rande des etwas verbreiterten Säulchens (tuberculum) angewachsen, bei einem von diesem getrennt waren. Dabei fehlten in der einen Blüte beide paarigen Kronblätter, in der andern war nur das linke da, in der dritten beide, nur schmäler als gewöhnlich. Bei der ersten sollte man denken, dass die beiden seitlichen Staubgefässe nur umgewandelte Kronblätter gewesen wären, bei der zweiten nur eins derselben; in der dritten aber müssten beide wirklich überzählige Staubbeutel gewesen sein. Dass sie in derselben Ähre einen so verschiedenen Ursprung gehabt haben sollten, ist aber doch wenig wahrscheinlich; ebenso lässt nichts erkennen, ob die etwa vorhandenen selbständigen Staubgefässe dem äusseren oder dem inneren Wirtel angehört haben.

[218] Eben so unbestimmt ist die Angabe von Webster [2]) dass eine Anzahl Blüten einer Orchis mascula L. je drei Staubgefässe enthielten [3]).

[219] In der untersten Blüte einer Ophrys muscifera Huds. (O. myodes L.) von Armstadt in Thüringen fand G. Leimbach [4]) drei Staubgefässe; Max Schulze vergleicht die Blüte mit ähnlichen, von ihm bei Jena beobachteten, von denen man auch nur vermuten kann, dass die zwei etwas kleineren Staubgefässe, zu beiden Seiten des gewöhnlichen, paarige des inneren Wirtels gewesen sein mögen. Noch unsicherer ist das bei der Arnstädter Pflanze.

[220] Dasselbe gilt von der Ophrys fuciflora Rchb. von der Penzig [5]) anführt: Eine Blüte mit drei Stamina ist von Masters (Gardeners Chronicle 1878, I. 802) beobachtet worden.

[221] Ueber die eigentliche Natur der überzähligen Staubgefässe, die Othenio Abel [6]) in zahlreichen Blüten der Ophrys araneifera Huds. vom Bisamberge bei Wien gefunden hat, bleibt man, trotz seiner ausführlichen Beschreibungen fast überall im Unklaren, weil gerade die entscheidenden Punkte nicht angegeben sind.

[222] Ungewiss bleibt es endlich auch, was für Staubgefässe die überzähligen in den triandrischen Blüten von Limodorum abortivum Swartz gewesen sind, die in einer oben schon besprochenen Aufzeichnung von Alex. Braun [201] angeführt werden.

[1]) Martius. Mitteil. S. 735 f.

[2]) Webster. Orch. masc. p. 805.

[3]) Die von Penzig, Pfl. ter. II. S. 359 unter: Orchis mascula angeführte Abbildung in Reichenbach. Icones. Taf. 112 (464), Fig. 2 und p. 91 ist Ophrys araneifera Huds.

[4]) Schulze. Nachträge II.

[5]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 364.

[6]) Abel. Monstr. Orch. — Vgl. [39].

II. Wirkliche überzählige Staubgefässe in dreizähligen pelorischen Blüten.

Nachdem wir durch Aufführung der bis jetzt bekannt gewordenen überzähligen wirklichen Staubgefässe in sonst wie gewöhnlich gebauten Blüten, ihre Bedeutung für die Erkenntnis dieses Baues zu begründen gesucht haben, können wir dieses Ergebnis noch durch einige Vorkommnisse bei abweichend gebauten Blüten unterstützen.

Zunächst durch einige Uebergangsformen zu pelorischen Blüten.

[223] So fand Ortmann [1]) mehrere Blüten von Platanthera chlorantha Rchb. mit meist ungespornten Lippen, deren Gestalt sich der der übrigen Perigonblätter näherte, so dass alle sechs ziemlich gleichmässig gebildet waren, obgleich die Blüten immer noch bilateral-symmetrisch blieben. Ausser dem gewöhnlichen Staubgefäss enthielten sie aber noch eins oder beide paarigen des inneren Wirtels.

[224] Sehr viel merkwürdiger sind die durch das Vorhandensein des unpaaren inneren Staubgefässes ausgezeichneten zwei Pflanzen von Ophrys muscifera Huds. (O. myodes L.) die Max Schulze [2]) aus der Umgegend von Jena erhalten hat. Die Blüten näherten sich, wie wir später noch ausführen werden, durch die einfache Lippe und die vergrösserten paarigen Kronblätter der pelorischen Form. Zu beiden Seiten des gewöhnlichen Staubgefässes zeigte sich ein etwas kleineres, aber normal gebildetes, also wohl paariges des inneren Wirtels. Unter dem gewöhnlichen Staubgefäss befand sich aber noch ein viertes, dessen Klebdrüsen über dem Grunde der Lippe standen — dieses kann nur das unpaare des inneren Wirtels sein, von dem hier alle drei Glieder und zwar — ausser dem normalen äusseren — sie allein vorhanden waren.

[225] Vollkommen pelorisch waren dagegen die Blüten einer Orchis latifolia L. die Achille Richard [3]) 1821 aus der Gegend von Amiens erhielt, wo diese Form sich seit 7—8 Jahren immer wieder erzeugt hatte. Bei ihnen waren alle sechs Perigonblätter einander gleich, ähnlich den gewöhnlichen Kelchblättern. Einige Blüten hatten nur das gewöhnliche Staubgefäss, aber auf einem cylindrischen Säulchen, das auch die nur einen kleinen Querwulst bildende Narbe trug. Bei andern trug ein ähnliches Säulchen ausser den gewöhnlichen noch zwei, im ganzen also drei Staubbeutel, im Kreise gestellt, die vordere je zwei Staubfächer tragende Seite nach innen gewendet, zwischen ihnen die Narbe als ein Grübchen in der Mitte des Säulchens. Das lässt in Uebereinstimmung mit der Abbildung (Richard Fig. 2 D.) erkennen, dass die drei Staubgefässe die des äusseren Wirtels sind.

[226] Zwanzig Jahr nach dieser genauen Beschreibung teilte der Präsident der botanischen Gesellschaft in London J. E. Gray [4]) seine schon erwähnten [208] [213] Beobachtungen an einer Ophrys apifera Huds. von Dorking mit, deren Endblüte eine lila Lippe hatte, die in Form und Farbe genau den Kelchblättern glich und deren drei Staubfäden in eine dreikantige Masse vereinigt waren, wie die der vorhergehenden Blüten. Das deutet auf drei gleiche und ringsum gleich verteilte, also da das gewöhnliche Staubgefäss zu ihnen gehört, dem äusseren Wirtel angehörige Staubgefässe hin, was schon im Hinblick auf Richard's Beobachtung das Wahrscheinlichste war.

Selten nur finden sich:

III. überzählige wirkliche Staubgefässe in zweizähligen Blüten.

[227] Den vier Blüten einer mehrfach [46] [67] angeführten Ophrys fucifera Curt. (O. araneifera Huds.) fehlte die Lippe; sie müssen daher als die erste Uebergangsstufe in zweizählige aufgefasst werden. Dagegen waren die drei Kelchblätter da, nur bei einer die zwei paarigen hoch hinauf mit einander verwachsen. Gleichwohl stand auch vor jedem von ihnen ein Staubgefäss, so dass die Mitte jeder Blüte

[1]) Ortmann. Plat. chlor. S. 225.
[2]) Schulze. Nachtr. II.
[3]) Richard. Orch. lat. p. 202—209; Pl. 3. Fig. 2. A—D.
[4]) Gray. Ophr. apif. p. 213.

wie in Richard's pelorischer Orchis latifolia [223] von einer Säule eingenommen wurde, an der Spitze mit drei gleichmässig verteilten nach innen gerichteten Staubbeuteln, die sicher den drei äusseren Staubgefässen angehörten. Von ausgeprägt zweizähligen Blüten sind nur bei einigen pelorischen über-
[228] zählige Staubgefässe gefunden worden. So fand Geisenheyner in denen einer Ophrys muscifera Huds. (O. myodes L.) auf die wir später [312] noch einmal zurückkommen, zwei Staubgefässe des äusseren Wirtels.

[229] Dann hatten die Blüten einer von Theriot [1]) beschriebenen Orchis laxiflora Lmk. schmale und bedeutend verlängerte Fruchtknoten, die wohl, wie so viele ähnliche, an andern Arten beobachtete, keine Eichen, vielleicht gar keine Höhlung enthielten. Die unteren Blüten hatten nur zwei gegenständige wahrscheinlich mediane Perigonblättchen und waren, wie wir ebenso nach zahlreichen Beispielen vermuten, leer. Die oberen hatten vier einander gleiche, alternirende Blättchen. Merkwürdig genug, dass in diesen verarmten Blüten in denen die Griffelsäule in einen cylindrischen Körper verwandelt war, wie in der pelorischen Orchis latifolia Richard's, [223] nebst dem einen fertilen Staubgefäss mit seinen beiden Staminodialhöckerchen sich noch drei Staubgefässe vorfanden — wohl vor drei weiteren Perigonblättern; im Ganzen also vier: zwei äussere und zwei innere.

[230] Diesen mögen die Blüten zweier von Ruthe [2]) bei Ahlbeck auf Usedom gefundener nebeneinander stehender Pflanzen von Orchis Traunsteineri Saut. (O. incarnata β. Tr.) geglichen haben, die vier gleich gestaltete (den gewöhnlichen paarigen Kronblättern ähnliche), hell rosenrote Perigonblätter hatten, wie die vier Staubgefässe ganz regelmässig gestellt, während die ihnen sonst gleichen einer anderen Pflanze nur 3 Staubgefässe enthielten [3]); vielleicht das obere mediane gewöhnliche, dem äusseren Wirtel angehörige und zwei seitliche innere.

Weder bei den Theriot'schen noch bei den Ruthe'schen Pflanzen erfährt man, ob die vier Perigonblätter im liegenden (diagonalen) oder, was wahrscheinlicher ist, im stehenden Kreuz standen; ob ein Paar und welches als Kelchblätter, die andern umfasste, ob der Fruchtknoten eine Zusammensetzung aus zwei oder mehr Fruchtblätter erkennen liess. Nur vermutungsweise können wir daher annehmen, dass alle diese Blüten dimere Pelorien mit zwei oder drei überzähligen Staubgefässen sein möchten.

IV. Staminodien an Stelle der Staubgefässe.

Die bisher betrachteten Fälle, in denen nur vollkommen ausgebildete überzählige Staubgefässe auftraten, führten uns unmittelbar, ohne Zuhülfenahme weiterer Hypothesen, zu der Annahme, dass in den gewöhnlichen Blüten drei, in den dimeren zwei, Kelchstaubgefässe und eben so viele Kronstaubgefässe der Anlage nach vorhanden wären. Aber nur in den zuletzt besprochenen pelorischen, dimeren Blüten, waren diese Staubgefässe alle vorhanden; dagegen ist noch keine so vollständige dreizählige Blüte gefunden worden. Daher ist es eine erwünschte Ergänzung dieser Beobachtungen, dass neben den wirklichen Staubgefässen öfter an den Stellen, wo man solche erwarten konnte, verschiedene, bald mehr blattartige bald mehr fadenförmige Teile auftreten, die keinen Blütenstaub enthalten und desshalb als Staminodien bezeichnet werden. Ob diese mit Recht als umgebildete Staubgefässe gelten können, ist nicht in jedem Falle sicher oder gar leicht zu entscheiden, daher sind die auf sie gebauten Schlüsse weniger zuverlässig als die auf wirkliche Staubgefässe gegründeten. Oft genug aber lässt sich namentlich ihre Stellung gegen die übrigen Blütenteile genau genug ermitteln, um ihre Deutung hinreichend zu sichern; und die wiederholt beobachteten Fälle, wo das gewöhnliche Staubgefäss ähnliche Umwandlungen erfahren hat, deren Deutung dann nicht streitig ist, lässt diese auch für andere Staubgefässe annehmbar erscheinen.

[1]) Theriot. Terat. végét. — Vgl. [88] und [343].
[2]) Ruthe. Orch. Traunst. I. S. 116.
[3]) Schulze. Nachtr. II.

a. Das unpaare äussere Staubgefäss staminodial.

[231] So erwähnt Hofmeister [1]) drei von ihm bei Berneck im Fichtelgebirge gesehene einzelne Blüten von Orchis mascula L. die das einzige Staubblatt halbseitig petaloid entwickelt zeigten, dem Staubblatt einer Marantacee analog. Sie mögen ganz ähnlich gewesen sein dem ebenfalls allein ver-
[232] blatteten medianen Staubgefässe der paradimeren Blüte von Gymnadenia conopea R. Br. das wir oben (36) beschrieben haben. In beiden Fällen haben wir nur halb staminodiale Bildungen vor uns.
[233] Noch weiter zurückgebildet war das einzige Staubgefäss in den elf pelorischen Blüten einer Orchis laxiflora, die Clos [2]) aus den Pyrenäen erhalten hat. Es bestand aus einem kurzen verbreiterten weissen Faden, der an seinem Ende jederseits eine kleine rötliche Anschwellung trug, die unverkennbaren Andeutungen der zwei Fächer eines Staubbeutels.
[234] Ohne die Andeutung eines Staubbeutels endlich fand Geisenheyner [3]) bei einer Gymnadenia conopea R. Br. in einzelnen Blüten an der Stelle des, bei den übrigen normalen, Staubgefässes nur eine kurze zweispaltige Schuppe. Ein schuppiges Häutchen fand Kirschleger an derselben Stelle in der weiter unten zu besprechenden Blüte von Orchis militaris L. [243].
[235] Diese Beispiele zeigen, in wie verschiedener Art das gewöhnliche Staubgefäss umgestaltet sein kann; die folgenden Ausführungen werden dazu noch mehrfach Ergänzungen bringen, so dass wir keinen Anstand zu nehmen brauchen, ähnliche blattartige oder fadenförmige an der Stelle gewöhnlich ganz fehlender Staubgefässe als Umbildungen derselben zu betrachten.

Während das unpaare äussere Staubgefäss, wie die eben angeführten Beispiele zeigen, mehr geneigt ist, den ihm benachbarten paarigen Kronblättern ähnlich zu werden, stehen die paarigen Staubgefässe des äusseren Wirtels der Lippe so nah, dass es nicht überraschen kann, wenn da, wo sie durch eine Störung des regelmässigen Entwickelungsganges zur Ausbildung kommen, die lippenbildenden Kräfte dabei am stärksten mitwirken. Keineswegs ausschliesslich; wir werden später eine ganze Anzahl von Beispielen anzuführen haben, wo sie den auf der andern Seite stehenden paarigen Kronblättern ähnlicher sind und mit einer Zwischenform wollen wir auch hier beginnen.

b. Nur paarige äussere Staubgefässe staminodial.

[236] In einer unter vielen regelmässigen Blüten der Gymnadenia conopea R. Br. von Maria-Schnee über Wölfelsgrund stand (VI, 156—157) gerade vor der Lücke zwischen der Lippe (k′) und dem linken paarigen Kronblatt (k‴) ein aus schmalem Grunde rautenförmig verbreitertes, weisses, gegen den Vorderrand blass rosa Blättchen (s d) viel kleiner als die Lippe, aber doch vorn durch zwei, freilich sehr flache Buchten, undeutlich dreilappig, wie es hier auch die wirkliche Lippe ist. Biegt man das angrenzende Kronblatt zurück, und betrachtet das Blättchen von der Seite (156, s d) so sieht man, dass es flach gewölbt, seinen Rücken nach aussen, seine hohle Seite nach dem gewöhnlichen Staubgefäss (A′) hin kehrt und dass es mit diesem am Grunde durch eine vorspringende Leiste ververbunden ist. Dies mag auch der Grund sein, weshalb das an der anderen Seite stattlich ausgebildete Oehrchen an dieser Seite unentwickelt geblieben ist, denn dass sich aus ihm oder statt seiner das weit abgerückte und ganz anders gestellte Blättchen sollte gebildet haben, ist ganz unwahrscheinlich.
[237] Dem Staubgefässe näher stand das, an der untersten Blüte einer Topfpflanze von Ophrys araneifera Huds. von Freyhold [4]) beobachtete linke äussere Staubgefäss, das durch ein flaches, stumpf spatelförmiges Blättchen, etwas länger und breiter als die Kronblätter, vertreten war, das durch Behaarung und dunkelbraune Färbung an die Lippe erinnerte, aber an den Seitenrändern zwei orangegelbe kahle, längliche, etwas verdickte Stellen statt der Staubbeutelfächer trug.

[1]) Hofmeister. Allgem. Morphol. S. 264.
[2]) Clos. Anom. végét. p. 16. Ueber die überzähligen Staminodien siehe [241].
[3]) Geisenheyner. Abn. Orch.
[4]) Freyhold. Ophr. aran. S. 55

[238] Hierher ziehen wir eine von Hermann Schacht [1]) aufgefundene Ophrys fuciflora Rchb., deren Blüten zwei Lippen hatten; denn die Abbildung von Schulze in Orchidaceen Deutschlands (Taf. 27, Fig. 2) von oben, noch mehr aber von unten gesehen, Fig. 3, legen die Vermutung nahe, dass die gewöhnliche, in einen aufwärts gekrümmten grünen Zahn ausgehende Lippe zwischen zwei, von ihr nach innen stehenden Lippen steht, die wir als die verblatteten paarigen äusseren Staubgefässe betrachten dürfen. Verdunkelt wird dieser Sachverhalt hier dadurch, dass die gewöhnliche Lippe mit der linken durch Umbildung entstandenen hoch hinauf verwachsen ist, daher sehr schmal erscheint und dass dadurch die Ausbildung der eigentümlichen Zeichnungen auf beiden sehr gestört, die des grünen Zahns an der linken Lippe ausgeblieben ist.

[239] Ganz als Lippen, die der gewöhnlichen Lippe gleichen, fand Warner [2]) in den zwei bis drei untersten Blüten von drei Pflanzen der Cephalanthera grandiflora Bab. an der Stelle der paarigen Staubgefässe des äusseren Kreises, also zu beiden Seiten der ursprünglichen Lippe, zwei der gewöhnlichen Form dieser letzteren ganz gleiche Blättchen, während sie selbst einem Kelchblatte glich und die Blüten dadurch pseudotetramer erscheinen liess.

[240] Zu der letzteren Form gehörten vielleicht auch die von Ruppert [3]) im Luxemburgischen gefundenen als Epipactis alba Crtz. z. T. bezeichneten wenigblütigen Pflanzen derselben Art, von denen man freilich weiter nichts erfährt als: „Jede Blüte mit sechs Perigonblättern und zwei Lippen."

c. Nur innere Staubgefässe neben dem gewöhnlichen staminodial.

Blüten, in denen neben dem gewöhnlichen unpaaren äusseren Staubgefäss nur solche des [241] inneren Wirtels staminodial ausgebildet waren, sind bisher nur an vier unter den abweichenden elf pelorischen Blüten der oben erwähnten [233] Orchis laxiflora Lam. von Clos gefunden worden. An den beiden untersten standen zwei, an der vierten und fünften je eines derselben neben dem gewöhnlichen und ebenso umgebildet wie dieses.

d. Aeussere und innere Staubgefässe staminodial.

Oefter dagegen finden sich innere Staminodien zugleich mit überzähligen regelmässigen oder in verschiedenem Gerade verblatteten Staubgefässen des äusseren Wirtels.

Unter diesen erwecken am meisten unser Interesse zwei Blüten, in denen alle sechs Staubgefässe vorhanden waren, und zwar nicht so vollständig in Blumenblätter verwandelt, dass dadurch ihre eigentliche Natur ganz verschleiert würde, sondern nur verkümmert oder in häutige Schuppen verwandelt, deren Grösse, Gestalt und ganze Beschaffenheit sie viel weniger weit von den wirklichen Staubgefässen entfernt.

α. Aeussere Staubgefässe verkümmert.

[242] Im Jahr 1845 fand Kirschleger [4]) auf dem niederen Glacis zu Strassburg eine Orchis (Gymnadenia) conopea mit auffallend gedrängten Blüten, auf nur halb gedrehten tauben Fruchtknoten, so dass die Lippen seitwärts standen; diese waren zwar dreilappig, aber klein und kurz gespornt; dadurch entstand das Ansehen einer beginnenden Pelorienbildung, das noch dadurch verstärkt wurde, dass vor jedem Abschnitte des Perigons, dem Labellum wie den fünf anderen, ein steriles Staubgefäss stand; selbst das gewöhnliche mit zwei Antherenfächern war sehr unvollkommen ausgebildet. Immerhin war das Perigon noch unverkennbar zweilippig.

Dasselbe gilt, trotz einer dem entgegenstehenden Aeusserung des Entdeckers, auch von der anderen Blüte.

[1]) Nach Schulze. Orch. Dtschl. 27.
[2]) Warner. Cephalanth. gr. p. 236.
[3]) Schulze. Nachtr. III.
[4]) Kirschleger. Durchwachs. Nelken. S. 616

β. Paarige äussere Staubgefässe halb paarigen Kronblättern ähnlich.

[243] Drei Jahre vorher hatte nämlich Kirschleger [1]) im Illkircher Walde bei Strassburg eine „Orchis militaris fusca hexandra“ mit, wie es scheint, gewöhnlicher Blütenhülle gefunden, in der das unpaare äussere, wie das nur äusserst selten überhaupt vorhandene innere, also beide medianen Staubgefässe häutige Blättchen waren, die beiden paarigen äusseren nur ein Staubfach hatten, die paarigen inneren allein als zweifächerige Staubbeutel ausgebildet waren. Kirschleger sagt zwar in seinem Essai historique de Teratologie végétale, Strasbourg 1845, p. 64: „J'ai observé moi même la pelorie sur . . . . . l' Orchis militaris (avec six étamines)“ und führt dazu seinen Aufsatz in der Flora, 1844, p. 131 an. Darin ist ihm auch Penzig [2]) gefolgt. Gleichwohl widerspricht diese Angabe bestimmt dem eben dort gegebenen Grundriss, in welchem die Lippe viel grösser, als die übrigen Perigonblätter und weit heraustretend gezeichnet ist, während die paarigen Kelchblätter dementsprechend weit auseinander treten; auch enthalten die beigefügten kurzen Bemerkungen nichts, was auf eine Pelorie hindeutete. Da er am Schluss sein Bedauern ausspricht, dass er „diese seltsame Bildung damals (1842) nicht genauer beobachten konnte“, so hat er offenbar auch keine Gelegenheit gehabt, seine damalige Darstellung zu vervollständigen und die Annahme einer Pelorie beruht wohl nur auf dem allgemeinen Eindruck, zu dem das Auftreten aller sechs Staubgefässe nicht wenig beigetragen haben mag.

Ich bemerke hierzu, dass die beiden von Penzig [3]) getrennt angeführten Pflanzen: eine Orchis militaris L., Pelorie mit 6 Stamina, und: O. militaris × fusca mit hexameren — wohl nur Schreibfehler für hexandrischen — in Kelch und Krone normalen Blüten — gewiss dieselbe Pflanze sind. Denn er führt zu beiden die oben angegebene Stelle aus der „Flora“ an, an der Kirschleger nur eine Pflanze unter dem zweiten der beiden Namen beschreibt, ganz übereinstimmend mit dem, was Penzig dazu über Perigon und Staubgefässe anführt. Nur glaube ich nicht, dass Kirschleger mit seinem Doppelnamen hat einen Bastard bezeichnen wollen, denn er hat zwischen militaris und fusca nicht ein liegendes Kreuz, sondern beide Namen nur einfach hinter einander gesetzt, wie dann noch hexandra. Er hat also ebenso, wie bei dieser Form mit fusca nur eine Abänderung bezeichnen wollen, wie O. militaris β. fusca. Dafür spricht auch, dass er in seinem Essai historique seine „Pelorie“ von Orchis militaris ohne „fusca“ zu: Flora, 1844, p. 131, aber, wie dort: (avec six étamines) anführt. Wer daher Orchis fusca für eine selbstständige Art hält, würde hier am richtigsten den Namen militaris ganz fallen lassen und Kirschleger's Pflanze als Orchis fusca aufführen, mit zygomorphem Perigon, aber einer, wenn auch nicht vollkommen durchgebildeten Staminalpelorie.

Das gilt auch von der vorher [242] beschriebenen Blüte von Gymnadenia conopea R. Br., und das Erscheinen von 6 Staubgefässen oder staubgefässähnlichen Gebilden in nicht eigentlich pelorischen Blüten macht es höchst wahrscheinlich, dass die Anlage zu ihnen in der Orchideenblüte überhaupt vorhanden ist. Darauf weisen diese beiden Blütenbildungen noch unzweideutiger hin, als die ausgezeichnete, von Masters beschriebene Ophrys araneifera Huds., die wir schon [179] besprochen haben; denn hier haben wir einfache Blüten vor uns, während das bei der Masters'schen Blüte mit ihrem zweifächerigen Fruchtknoten mindestens zweifelhaft ist.

Bei den sehr mannigfachen weiteren Blüten mit teils äusseren, teils inneren, oft verblatteten Staubgefässen, sind nicht selten

γ. die paarigen äusseren Staubgefässe den paarigen Kronblättern ähnlich.

[244a] In einer von Freyhold [1]) beobachteten untersten Blüte einer Ähre von Limodorum abortivum Sw. war ausser dem gewöhnlichen Staubgefäss das linke äussere ein „Staminodium“, also

[1]) Kirschleger. Terat. Not. S. 131; Textfigur 3.
[2]) Penzig. Cons. p. 94; Pfl. ter. II. 332 und 359.
[3]) Desgl. II. 359.
[1]) Freyhold. Limod. ab. S. XXVI.

wohl einem paarigen Kronblatt ähnlich; zwei kleine paarige des inneren Kreises und eine vierte, ebenfalls kleine Anthere mit gut entwickeltem Pollen, mitten vor der normalen, erwies sich als umgebildetes Rostellum. Dass das Kelchblatt vor dem staminodialen Staubgefäss gespornt war, war wohl nur ein zufälliges Zusammentreffen.

[244b] In der dritten Blüte derselben Pflanze fand er alle drei äusseren Staubgefässe, das rechte paarige als kronblattähnliches Staminodium, wenig kleiner, als die Kronblätter selbst. Die paarigen Staubgefässe des inneren Kreises waren nur etwas kleiner, als die äusseren.

[245] Alle sechs Staubgefässe waren vollständig verblattet in den vier unteren Blüten einer Orchis Morio L., die Ch. Morren [1]) unter tausenden blühender Pflanzen dieser Art in Belgien auf Wiesen an der Ourte gefunden hat. Der Fruchtknoten war schlank, ungedreht, ohne Rippen, wahrscheinlich auch ohne Eichen; das nur schwach vergrünte Perigon nicht wesentlich verändert, die drei äusseren Staubgefässe in lanzettliche Blättchen, nur wenig kürzer als die paarigen Kronblätter verwandelt, die drei inneren erheblich kleiner, verbogen, ohne irgend ein Staubfach, dem tauben Fruchtknoten entsprechend. Nur in den höheren Blüten näherten sich einige der verblatteten paarigen äusseren Staubgefässe durch ihre grössere Breite, den ausgeschweiften Rand und ihre rotgefleckte Oberfläche etwas der benachbarten Lippe an. [2])

δ. Aeussere paarige Staubgefässe halblippig.

Wie diese Zwischenstufe leitet uns nun eine zweite zu den Blüten hin, bei denen die paarigen äusseren Staubgefässe zu vollständigen Lippen geworden sind.

[246] In jeder zweiten Blüte derselben Ähre von Limodorum abortivum Sw., aus der eben die erste [244a] und dritte [244b] beschrieben worden sind, fand Freyhold [3]) das unpaare äussere Staubgefäss staminodial, das rechte paarige halb fertil, halb petaloid mit einem an die Säule angewachsenen Spörnchen, so dass es eine Mittelbildung zwischen Kronblatt und Lippe darstellte; vom inneren Wirtel die zwei paarigen Staubgefässe.

ε. Aeussere paarige Staubgefässe gleich Lippen.

[247] Zwei vollkommene Lippen an Stelle der paarigen äusseren Staubgefässe finden wir zunächst an einer von Masters [4]) beschriebenen sehr unregelmässigen Blüte von Ophrys araneifera Huds., in der die eigentliche Lippe ganz fehlte und das linke paarige Kronblatt an das Säulchen angewachsen war. Dieses trug den gewöhnlichen Staubbeutel, während die beiden andern äusseren Staubgefässe zu Lippen geworden waren. Von den inneren war auffallender Weise nur das, sonst stets fehlende, unpaare regelmässig ausgebildet.

[248] Eins der lehrreichsten Vorkommnisse ist dagegen die auf dem Sattel im Kanton Schwyz 1849 von Cramer [5]) gefundene Orchis mascula L. Bei den später von ihm eingehend untersuchten Blüten war der Fruchtknoten sehr verlängert, bis 35 mm lang, nicht gedreht, dicht oder mit kurzer Höhlung, aber ohne Eichen; das Perigon durchweg wie gewöhnlich. Der äussere Kreis der Staubgefässe war stets vollständig, aber nur das unpaare, wenigstens in der grossen Mehrzahl der Blüten, regelmässig ausgebildet; seltener nur mit zwei zelligen, den Pollensäcken entsprechenden Anschwellungen, oder mehr blattartig mit nur einer kleinen solchen Anschwellung. Nur einmal war es ganz verblattet, sonderbarer Weise als eine gespornte Lippe. Die paarigen äusseren Staubgefässe waren dagegen überall langgespornte

[1]) Morren. Clusia, p. 63—72.
[2]) Ueber die oberste, wahrscheinlich vierzählige Blüte siehe [171].
[3]) Freyhold. Limod. abort. S. XXVI. N. 2. Blüte 2.
[4]) Masters. Pfl. ter. S. 439, Fig. 215.
[5]) Cramer. Bild. abw. S. 11; Taf. XIV, Fig. 3.

regelrechte Lippen, deren Sporne öfter in den der eigentlichen Lippe eingeschlossen waren. Der innere Staubgefässwirtel fehlte oft ganz, öfter war eins der paarigen oder auch beide in ähnlichen Stufen vorhanden wie sie sich bei dem unpaaren äusseren Staubgefäss von zwei rudimentären Pollensäcken bis zu vollständiger Verblattung verfolgen lassen. Solche Reihen von Zwischenstufen an sonst, bis auf den Fruchtknoten, regelmässig und untereinander gleich ausgebildeten Blüten einer und derselben Ähre sind noch bei keiner Art beobachtet worden und sind die beste Stütze für die Annahme, dass die sehr verschiedenartigen, in diese Reihe fallenden Blattgebilde, nicht nur an der Stelle von Staubgefässen stehen, von denen in der Regel keine Spur da ist, sondern dass sie aus deren für gewöhnlich nicht erkennbaren Anlagen erwachsen und als deren Umbildungen zu betrachten sind, dass sie daher mit Recht als Staminodien bezeichnet werden.

Nur in einem, weniger wichtigen Punkte stehen diese Blüten hinter einigen anderen zurück: es sind in keiner derselben sechs Staubgefässe da; das haben mehrere Blüten auch mit lippenähnlichen paarigen äusseren Staubgefässen vor ihnen voraus.

[249] In den Blüten einer Orchis mascula L. von Bridge of Allan in Schottland, die durch D. Moore an M. T. Masters [1]) mitgeteilt worden waren, wichen nämlich nach der Darstellung des letzteren Kelch und Blumenkrone wenig von der gewöhnlichen Form ab, alle Staubgefässe aber waren verblattet. Nur das unpaare des äusseren Wirtels, das einem paarigen Kronblatt ähnelte, trug noch einen verkümmerten Staubbeutel, die beiden andern waren ganz lippenähnlich, die drei des inneren Wirtels dagegen, ebenso wie die, der noch folgenden meist unvollständigen überzähligen Wirtel glichen den paarigen Kronblättern. [2])

[250] Noch regelmässiger, zugleich von unten nach oben an verblatteten Blütenteilen zunehmend, war eine Ähre von Orchis Morio L. aus dem Schweizer Jura, deren genaue Beschreibung wir Cramer [3]) verdanken. Die schlanken, 2—3 cm langen Fruchtknoten waren, wie gewöhnlich, wenn keine Blütenstaub tragenden Staubgefässe da sind, dicht, ohne Eichen, das Perigon blass, aber sonst wie gewöhnlich, dagegen der äussere Staubgefässwirtel schon in den beiden untersten Blüten [4]) ganz verblattet; das gewöhnliche unpaare ein hellroter, am Grunde grüner Zipfel, die beiden paarigen zwei mehr oder weniger gespornte Lippen; dazu trat bei den folgenden drei Blüten der innere Staubgefässwirtel hinzu, kleiner, sonst ganz der Krone gleich, das unpaare allein als Lippe, so dass diese Blüten vier Lippen enthielten, zwei mediane und zwei seitliche. Auf diese folgte endlich in der sechsten und siebenten Blüte — die zwei obersten waren verkümmert — noch ein Wirtel, der gleich dem äusseren der Staubgefässe aus einem oberen Blättchen und zwei wie auch einige andern spornlosen Lippen bestand, und eine Verblattung der drei Griffel oder ein überzähliger Blattwirtel sein kann, denn von wirklichen Staubgefässen oder Griffeln und Narben war sonst keine Spur vorhanden. [5])

[251] Auch an der von D. Moore [6]) erhaltenen Orchis (Anacamptis) pyramidalis L. fand Masters [7]) drei gewöhnliche Kelchblätter, darin zwei in einigen Blüten, drei Quirle von Petalen, die meisten in Form und Farbe lippenähnlich; von Ovar, Säule oder Staubgefässen keine Spur. [8])

An diese mit Genauigkeit und Sachkenntnis entworfenen Beschreibungen schliessen wir der Vollständigkeit wegen noch kurz einige hierher gehörige Angaben an.

[1]) Masters. Double fl. p. 349—355; pl. 10. 11. — Moore. Orch. masc. p. 285.

[2]) Ueber die in ihren Winkeln stehenden Knospen und den Bau des Fruchtknotens siehe oben S. 50

[3]) Cramer. Bild. abw. S. 9.

[4]) Cramer bezeichnet die unterste Blüte mit o, daher die 2. mit 1 und so alle folgenden mit einer um eins kleineren Zahl, als sie bei gewöhnlicher Zählung erhalten.

[5]) Ueber die Knospen in der Mitte der Blüten siehe oben S. 51.

[6]) Moore. Orch. pyram. p. 318.

[7]) Masters. Orch. pyram p. 345. — Dess. Peloria p. 210.

[8]) Ueber die Knospen in der Mitte der Blüte siehe oben S. 51.

[252] Am meisten bietet noch eine flüchtige Mitteilung von Bellynck [1]) über eine bei Givet an der Maass gefundene Orchis ustulata L. An der Spitze von 1½ cm langen, aufrechten, ungedrehten Blattstielen, welche die Stelle der Fruchtknoten einnahmen, standen vier oder fünf weinrote, auf der Innenseite in der Mitte grüne Brakteen dicht an einander in einer Spirale. Trotzdem waren dies wohl drei Kelch- und 1—2 paarige Kronblätter; denn innerhalb derselben werden nur erst zwei Lippen genannt; zuweilen seitlich verwachsen mit gemeinschaftlichem Sporn, dann noch mehrere Lippen und in der Mitte sechs bis zehn kleine Blütenknospen. Durch diese erinnert sie an die gefüllte Orchis Morio L. von Cramer.

[253] Wenn dann Murr [2]) von einer Platanthera bifolia Rchb. vom Spitzbühel bei Mühlau weiter nichts anzugeben weiss, als: ein gefülltes Exemplar, selbst der Sporn zeigte sich aus mehreren ineinander geschobenen Lagen zusammengesetzt — so erinnert der letzte Umstand zwar an ein ähnliches von Cramer an mehreren Blüten einer Orchis mascula L. beobachtetes Verhalten; gleichwohl ist die [254] ganze Mitteilung so unvollständig, dass sie unsere Erkenntnis nicht viel mehr fördert, als die von Tripet [3]): „Dr. Cornaz hat am Südabhang des Chaumont bei Neuchâtel zwei Exemplare einer Platanthera bifolia Rchb. mit gefüllten Blüten gefunden, die nähere Untersuchung verdient."

[255] Dass Moquin-Tandon [4]) und auch das nur in einer Anmerkung anführt, Seringe besitze ein Exemplar von Orchis Morio L., welches einen Ansatz zum Doppelt (Gefüllt) werden zeige, so lässt sich das dadurch erklären, dass er darauf aufmerksam machen wollte, dass etwas derartiges bei Orchideen überhaupt vorkomme. Heut würde dieser Grund wegfallen.

[256] Noch weniger berechtigt ist die Anführung der Abbildung einer gefüllten Orchidee in Jacob plantae Faversham ienses, London 1777; auch wenn es die älteste Nachricht von einer solchen sein sollte. Denn 1864 bestimmte sie Masters [5]) wenn auch nicht sehr zuversichtlich, als Orchis Morio; und wiederholte diese Annahme in einem Vortrage in der Linnean Society. [6]) Später bemerkte er, [7]) dass die Pflanze von Jacob dem äusseren Ansehen nach, den von Moore erhaltenen, der Orchis mascula [249] ähnlicher sei, als den von Morren beschriebenen der Orchis Morio L. [245]; er bespricht sie daher hier als eine gefüllte Varietät von Orchis mascula L. Ebenso bezeichnet er sie auch in seinem Aufsatz über gefüllte und einfache Orchideen [8]). Ich denke, eine Abbildung mit einer so unzureichenden Beschreibung, dass sich nicht einmal die Art, von welcher sie entnommen ist, mit Sicherheit feststellen lässt, hat eine so geringe Bedeutung für die Kenntnis der Bildungsabweichungen, dass sie in wissenschaftlichen Arbeiten gar nicht erwähnt zu werden verdient.

V. Ueberzählige Staubgefässe in diandrischen Orchideen.

[257] Von überzähligen Staubgefässen bei diandrischen Orchideen ist nur die [177] wegen ihrer getrennten paarigen Kelchblätter schon erwähnte pelorische Blüte von Cypripedilum Calceolus L. zu nennen, in der Heinricher [9]) ausser den regelmässig vorhandenen zwei paarigen innern Staubgefässen auch das vor der Lippe stehende unpaare ausgebildet fand.

[1]) Bellynck. Orch ustul. — Fermond. Fleurs doubles. p. 64- 66. bezeichnet sie als fleurs anthodées oder fleurs pétaloidées.

[2]) Murr. Farbenspielart. S. 72

[3]) Tripet. Orchid. p. 86.

[4]) Moquin-Tandon. Pfl. ter. S. 198. Anm. 2.

[5]) Masters. Orch. pyram. p. 344.

[6]) Ders. Pelor. p. 210.

[7]) Ders. Double fl. p. 353.

[8]) Ders. Orchids double. p 597.

[9]) Heinricher. Cyprip.

J. Umbildungen.

Im letzten Abschnitt haben wir die Besprechung der abzähligen Blüten mit denen geschlossen, die nur im uneigentlichen Sinne zu ihnen gerechnet werden konnten, da die von uns als überzählig bezeichneten Staubgefässe die im Bauplan der Blüte vorhandenen Teile nicht vermehren, sondern nur für gewöhnlich verborgen bleibende Anlagen ausbilden. Dabei erschienen aber die Staubgefässe so häufig nicht wirklich als solche, sondern durch mancherlei Zwischenstufen mehr oder weniger in Blumenblätter verwandelt, dass wir diese Gruppe von Umbildungen nicht von unserer Betrachtung ausschliessen konnten. Es bleibt uns nun noch übrig, die Umbildungen der andern Blütenteile, namentlich der Kelch- und Kronblätter aufzusuchen.

Die ersteren sind nicht nur in derselben Blüte annähernd gleich gestaltet und bieten auch bei verschiedenen Arten vergleichsweise geringe Verschiedenheiten dar, so dass auch ihre Abweichungen wenig Lehrreiches haben.

Ganz anders die drei inneren Perigon- oder Kronblätter. Sie bestimmen vorwiegend das ganze Aussehen der Orchideenblüte; bei der ausserordentlichen Mannigfaltigkeit ihrer Ausgestaltung prägen sich aber in ihnen auch die Eigenheiten der Arten am meisten aus. Dem entspricht die Verschiedenartigkeit ihrer Umbildungen. Zuweilen werden sie den Kelchblättern gleich; andrerseits gehen sie, ebenfalls ziemlich selten, in Staubgefässe über. Das meiste Interesse aber beanspruchen die zahlreichen Fälle, in denen die paarigen Kronblätter die Gestalt der Lippe annehmen, oder umgekehrt die Lippe, die der paarigen Kronblätter. In beiden Fällen hat die Blumenkrone, und mit ihr, wenigstens dem äusseren Anschein nach die ganze Blüte ihren zweilippigen Charakter verloren; sie ist ringsgleich geworden und wir zählen sie desshalb zu den Pelorien: beide Formen mit gleichem Recht, wenn wir nur den mechanischen Bau der Blüte berücksichtigen. Eine ganz andere Bedeutung aber erhalten diese Blüten durch ihre Beziehung zu der vermutlichen Urform der jetzt so vielgestaltigen Orchideenblüten. Denn es ist sehr wahrscheinlich, dass diese ringsgleich und einer der beiden Arten pelorischer Blüten ähnlich war. Schon die viel zahlreicheren Uebergänge zu einfacheren Formen, in denen die Lippe den paarigen Kronblättern gleich und dadurch zugleich den Kelchblättern ähnlicher geworden ist, lassen uns vermuten, dass die Urblüte den ringsgleichen Blüten vieler Monokotyledonen aus der Familie der Amaryllideen, Irideen oder auch der Liliaceen im Wesentlichen gleich gebaut war; dass namentlich die Lippe und ihr gegenüber das einzige Staubgefäss und dessen Verwachsung mit dem Griffel sich erst nach und nach heraus gebildet haben. Dann sind nur diejenigen Pelorien atavistisch, deren Lippe den paarigen Kronblättern, die im engeren Sinne als Petalen bezeichnet werden können, ähnlich geworden ist. Diese können wir daher rückschreitende Pelorien nennen, oder nach Penzig Petalpelorien; weniger treffend scheint mir der von Masters für sie gebrauchte Ausdruck der regelmässigen Pelorien zu sein.

Wo umgekehrt die paarigen Kronblätter die Beschaffenheit der Lippen angenommen haben, wesshalb Penzig diese Vorkommnisse Labellpelorien genannt hat, erblicken wir darin keinen Rückschlag in eine ältere Form, sondern im Gegenteil ein Hinausgehen über das Gleichgewicht der bildenden Kräfte, wie es durch eine lange Entwickelungsreihe in der gewöhnlichen Blüte erreicht worden war. Wir betrachten die Fälle als vorschreitende Pelorien; sie entsprechen Masters unregelmässigen Pelorien.

Diese lippenbildende Kraft greift nun zuweilen auf die benachbarten paarigen Kelchblätter über und bewirkt dort so ähnliche Veränderungen, dass wir sie in enger Verbindung mit denen der paarigen Kronblätter betrachten müssen.

I. Umbildungen der Kelchblätter in Lippen.

Das unpaare Kelchblatt ist der beständigste aller Blütenteile der Orchideen. Bei den der Lippe zunächststehenden paarigen Kelchblättern zeigt sich eine Annäherung an deren Bildung zuerst in der Färbung und Bekleidung. So fand Abel [1]) an diesen Kelchblättern bei Ophrys araneifera Huds., [258] die er unweit Wien gesammelt hatte, bald nur purpurbraune, samtartige Streifen; bald war die obere Hälfte des Kelchblatts gelblich grün; die untere, von ihr scharf durch den Mittelnerv getrennt, braun violett, wie die Lippe kurz behaart und mit dieser verwachsen.

Von grösserer Bedeutung sind die Umgestaltungen. Zuerst zeigen sich diese durch Auftreten des Sporns an den paarigen Kelchblättern, das sich an einer schlanken Ähre von Gymnadenia [259] conopea R. Br. von einer feuchten Wiese bei Schreiberhau stufenweise vom unscheinbaren Höcker bis zu einem, dem Kelchblatt an Länge gleichen Sporn verfolgen liess (VI, 158, 159). Die elf Blüten mit überzähligen Spornen standen alle in der unteren Hälfte der Ähre, dort aber ohne erkennbare Ordnung zwischen den gewöhnlichen Blüten. Die Drei, bei denen beide paarige Kelchblätter gespornt waren, gehörten zu den oberen unter den abweichenden Blüten, sonst aber fand ein regelmässiges Fortschreiten der Umbildung weder von unten nach oben, noch von oben nach unten statt. Die vier Blüten mit nur einem gespornten Kelchblatt rechts und die vier mit einem solchen links waren unter den andern zerstreut. Zuerst erscheint wohl über dem Grunde des Kelchblatts auf dessen Unterseite ein winziger flacher Höcker (158, c″) dem auf der Oberseite nur eine ganz flache Vertiefung entspricht. In einer sich eben öffnenden Knospe stand ein solches Kelchblatt (158, c″) auf der einen Seite, während das andere einen nur schwach gekrümmten Sporn trug, etwa halb so lang als es selbst (158, c‴). Endlich nähern sich die Sporne der Länge der Kelchblätter (159, c″, c‴) oder übertreffen sie ein wenig, sind aber auch dann nur halb so lang wie der Sporn der Lippe. Von diesem unterscheiden sie sich ausserdem dadurch, dass ihre Oeffnung nicht eng, sondern trichterförmig erweitert ist; dass sie keinen Honigsaft enthalten und dass sie sich bogenförmig nach aussen krümmen, so dass ihre Spitzen denen der abstehenden Kelchblätter oft nahe kommen. Diese sind übrigens an Gestalt und Grösse nur wenig verändert.

[260] Dies war jedenfalls ähnlich bei dem einen schwach gespornten paarigen Kelchblatt, das Cramer [2]) an einer der sieben abweichenden Blüten der oben [250] besprochenen Orchis Morio L. gefunden hat.

[261] Dagegen nennt Clavaud [3]) beide paarige Kelchblätter in sonst unveränderten Blüten derselben Art, wohl aus der Umgegend von Bordeaux, lippenähnlich und gespornt. Worin diese Ähnlichkeit bestanden hat, wird nicht angegeben, vielleicht auch nur in der Spornbildung. Irrig ist jedenfalls der Schluss, dass die Blüten desshalb pelorisch seien, da nur die paarigen Kelchblätter verändert sind, die drei so entstandenen Lippen verschiedener Blütenwirteln angehören und daher hier kein Schritt nach der ringsgleichen Blüte hin gethan wird.

[262] Nicht bestimmter spricht sich Ruthe [4]) über die von ihm auf den Ahlbecker Wiesen bei Swinemünde gefundene Orchis incarnata L. β. Traunsteineri Saut. aus, bei der die seitlichen äusseren Perigonblätter in Lippen mit kleinen, dicken, sackförmigen Spornen umgewandelt waren.

[263] Dagegen lassen die Angaben von Faggioli [5]) über wohl bei Genua gefundene Blüten von Anacamptis pyramidalis Rich. keinen Zweifel darüber, dass bei ihnen die paarigen Kelchblätter nicht nur gespornt waren, sondern dass auch die Spreite der Lippe ähnlich geworden war. Eins von

[1]) Abel. Monstr. b. Orchid. N. III., 4. und 5. Blüte.
[2]) Cramer. Bild. abw. S. 9.
[3]) Clavaud. Orchis Morio, p. XXI.
[4]) Ruthe. Orchis Traunst. II.
[5]) Faggioli. Casi terat. p. 521, Tav. XIX, Fig. 11, 12.

ihnen oder auch beide waren flach ausgebreitet, einige bis zur Grösse der gewöhnlichen Lippe. Sie waren zweilappig, der untere Abschnitt bald mehr oder weniger der gewöhnlichen Lippe gleich, auch in der Nervatur, mit einem Sporn, etwa halb so lang wie der gewöhnliche.

[264] Darin waren die von Clos [1]) bei Orchis laxiflora Lam. beobachteten sonst ganz ähnlichen Blüten noch etwas weiter vorgeschritten, indem die paarigen Kelchblätter bald länger bald kürzer, bald so lang wie die Lippe gespornt waren. Sonderbarer Weise hatten diese Sporne öfter am Ende eine Oeffnung, was sie neben der halbseitigen Ausbildung ihrer Spreite nur noch von der Lippe unterschied.

Lag bei diesen Orchideen die Annäherung der Kelchblätter an die Gestalt der Lippe wenigstens eben so sehr an der Gestaltung der Spreite, wie an dem Auftreten eines Sporns, so bleibt bei den spornlosen Orchideen die erstere allein übrig. So waren an den 30 bereits geöffneten Blüten einer [265] ebenfalls von Faggioli [2]) bei Genua beobachteten Aceras anthropophora R. Br. stets beide paarige Kelchblätter so lang wie die Lippe, die sonst $2^1/_2$ mal länger ist wie sie; am Nagel mit einem kleinen Höcker, ähnlich dem an derselben Stelle der Lippe. Auch sind diese beiden Kelchblätter nicht nach oben zusammengeneigt wie sonst, sondern flach ausgebreitet. Dagegen unterscheiden sie von der Lippe sich noch dadurch, dass sie nur zweispaltig sind, und dass beide Abschnitte sich bogenförmig nach oben wenden. Es ist daher etwas zu weit gegangen, wenn Penzig [3]) sagt, an der Stelle von zwei seitlichen Kelchblättern ständen zwei Lippen; mit Recht dagegen bezeichnet derselbe [4]) es als einen Irrtum, hier eine Pelorie anzunehmen. Denn zu einer solchen gehört doch wenigstens ein Schritt nach der ringsgleichen Ausgestaltung eines Blütenwirtels. Der Kelch der gewöhnlichen Orchideenblüte kommt dem schon so nahe, dass durch die Umbildung eines oder zweier seiner Abschnitte dieses Ebenmass gerade gestört wird; und man kann darin auch nicht einmal eine Annäherung an einen Quirl von drei lippenähnlichen Kelchblättern sehen, den man wohl als eine Kelchpelorie bezeichnen könnte, da das unpaare Kelchblatt so gut wie nie irgend eine Neigung zu einer solchen Abänderung zeigt.

Wie wir die Umbildung der Kelchblätter in Lippen von einer unscheinbaren Erhebung bis zum völligen Sporn und dann zur lippengleichen Spreite verfolgen konnten, so tritt auch die der paarigen Kronblätter in Lippen oder umgekehrt nicht unvermittelt auf. Im Gegenteil: auch hier finden wir alle Zwischenstufen von der gewöhnlichen Form zur völlig umgebildeten, die sogar nur ziemlich selten erreicht wird, dass es schwer und immer etwas willkürlich ist, sie in getrennte Gruppen zu sondern. Der Wert derselben wird noch durch die Unbestimmtheit und Unvollständigkeit vieler Angaben vermindert. Nur der Uebersichtlichkeit wegen ist es wünschenswert, einige Ruhepunkte in der stetig fortschreitenden Reihe zu machen.

Am anfechtbarsten wird dabei die Abgrenzung der eigentlichen Pelorien gegen die Uebergangsstufen sein; denn viele Botaniker sind nur zu geneigt, in jeder, auch geringen Abweichung in der Richtung zur Bildung einer Pelorie schon eine solche zu sehen. Dadurch ist manche Verwirrung hervorgerufen worden. Bei der Erörterung der Beziehungen seiner Orchis peloria zu Orchis (Gymnadenia) conopea spricht Poiret [5]) es geradezu aus, dass das, was die Blüten der ersteren besonders unterscheidet und daraus eine pelorische Pflanze macht, ist, dass sie keinen Sporn haben. Nun giebt ja das Fehlen eines so langen Sporns wie ihn die Blüten von Gymnadenia conopea R. Br. haben, diesen ein verändertes Aussehen, ist aber doch weit davon entfernt, sie zu Pelorien zu machen. Aber was Poiret hier offen ausspricht, was man sich aber aus seiner ausführlichen Beschreibung

[1]) Clos. Fascic. d'obs., p. 103, 104.
[2]) Faggioli. Casi terat. p. 524, Fig. 26, 27.
[3]) Penzig. Consid. p. 96.
[4]) Ders. Pfl. ter. II. S. 362.
[5]) Poiret. Orch. pél. p. 179.

ergänzen kann, liegt sicher nicht wenigen allgemeinen Angaben vom Vorkommen von Pelorien zu Grunde, bei denen solche nähere Angaben fehlen und macht es ganz unsicher, wie dieselben in Wirklichkeit beschaffen waren. Diese schliessen wir nur ganz kurz an die Blüten an, denen sie vermutlich am ähnlichsten waren.

Zuerst betrachten wir die

II. Umbildung der paarigen Kronblätter in Lippen,

weil die Uebergänge aus der gewöhnlichen dreizähligen Blüte den oben bei den Umbildungen der Kelchblätter dargestellten so auffallend entsprechen, dass wir wohl nicht daran zweifeln können, dass beide gleichen Ursachen entspringen.

a. Dreizählige Labellpelorien.

Hier wie dort dürfen wir als den ersten Schritt wohl das Uebergreifen so wenig beständiger Merkmale wie Farbe und Behaarung betrachten.

[266] An der schon mehrfach erwähnten Ophrys araneifera Huds fand Masters [1]) die beiden paarigen Kronblätter an Gestalt und Stellung wie gewöhnlich, aber von dem für die Lippe bezeichnenden Purpurbraun, so dass man sie zwar nicht labelliform aber vielleicht labelloid nennen könnte.

[267] Bei derselben Art fand Abel [2]) das linke Kronblatt mit der Lippe verwachsen, purpurbraun, wie diese und mit feinen Härchen besetzt; es zeigt ausserdem noch die auf dem dunkeln Untergrunde schwach hervortretende hellere Zeichnung der Lippe, nämlich zwei blässere nach vorn divergirende Längslinien. Doch ist die Deutung der Teile dieser sonderbaren Blüte nicht sicher.

Von grösserer Bedeutung ist die Annäherung der paarigen Kronblätter an die Gestalt der Lippe.

[268] Auf der ersten Stufe steht eine von Penzig [3]) in den Bergen oberhalb Nervi bei Genua beobachtete und kurz als Pelorie bezeichnete Ähre von Platanthera bifolia Rchb., bei der die paarigen Petala labelliform verlängert, jedoch ungespornt waren.

[269] Ebenso kurz erwähnt derselbe, [4]) dass er einen Anfang zur Pelorienbildung in einer von Dr. Faggioli gefundenen Blüte der Anacamptis pyramidalis Rich. gesehen habe, in der eines der paarigen Petala labelliform war. Wenn dieses ungespornt war, so steht die Blüte der vorigen und der folgenden nahe. [5])

[270] In der Ähre der Gymnadenia conopea R. Br. von Urnitz bei Wölfelsgrund, deren unterste, zweiblättrige gespornte Blüte wir oben besprochen haben [93] fand sich eine ganze Anzahl abweichender Blüten unter regelmässigen ohne Ordnung zerstreut. Bei ihnen waren die Lippen breit, drei- bis vierspaltig, die beiden paarigen Kronblätter aber zweispaltig (VI, 160, k″, k‴), der hintere Abschnitt war nur oben über dem Staubgefäss gewölbt, der vordere dagegen nach aussen gewendet, so dass die paarigen Kronblätter flach ausgebreitet und der Lippe schon etwas ähnlich geworden waren. Doch fehlte ihnen der Sporn.

[271a] Diesen hatte ein einzelnes paariges Kronblatt in einer Blüte derselben Art eigenartig ausgebildet. Sie stand mitten in einer Ähre, in der viele Deckblätter nur verkümmerte Knospen in ihrem Winkel trugen und durch Herauf- und Herunterrücken aus ihrer ursprünglichen Stellung gekommen waren. Daher lässt es sich vielleicht erklären, dass unter der Blüte zwei, am Grunde zusammenhängende Deckblätter standen, von denen eins ihr eigentliches Tragblatt war, während das andere, auf

[1]) Masters. Pelor. p. 207. Vergl. [179].
[2]) Abel. Monstr. b. Orch. (H. Pflanze 3. Bte.)
[3]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 366.
[4]) Ders. ebda. S. 361.
[5]) Vergl. auch [274].

gleiche Höhe gerückt, die Knospe in seinem Winkel nicht zur deutlichen Ausbildung gebracht hatte: In dieser Blüte war nun das linke Kronblatt nicht wie das rechte aufrecht, und über das Staubgefäss gebogen, sondern nach aussen zurückgeschlagen und seicht gelappt, trug aber nicht in der Mittellinie, wie die Lippe, sondern am Grunde seines hinteren Randes einen Sporn, nicht viel kürzer als die Spreite. Dieser erscheint daher hier als ein schmaler aber langer Seitenlappen, der sich nach oben eingerollt hat, mit seinen Rändern verwachsend eine rings umschlossene Röhre, wie der gewöhnliche Sporn gebildet hat. Nach oben aber weichen seine Ränder in einem kurzen Spalt auseinander und gehen zu beiden Seiten in die des Blattes über. Das Innere war, wie zu erwarten, ohne Honigabsonderung und ganz trocken. Trotz dieser Verschiedenheiten können wir in diesem paarigen Kronblatt doch eine Annäherung an die Bildung der Lippe nicht verkennen.

[271 b] Mühlich [1]) hat denn auch bei Wien eine Ähre dieser Art gefunden, in deren untersten Blüten die beiden paarigen Kronblätter gespornt waren.

Fast vollkommene Labellpelorien

[272] sind wiederholt beobachtet worden bei Orchis Morio L. Weber [2]) fand in der Nähe der Faletsche bei Zürich eine Ähre, deren Blüten drei Kelchblätter und drei Lippen zeigten, indem die paarigen Kronblätter in solche umgebildet waren; dieselbe Umbildung fand er wieder 1894; jede Blüte mit drei gleichgrossen Lippen, mit drei Spornen, doch waren die beiden umgebildeten viel kürzer als der ursprüngliche und horizontal abstehend. [3])

[273] Ganz ähnlich gebaut waren die Blüten einer von Hauhard [4]) am Martinsberg bei Baden gesammelten Orchis militaris L. Sie hatten ebenfalls drei Sporne, einen grösseren und zwei kleinere; der erste gehörte jedenfalls der eigentlichen Lippe an, die kleineren den beiden seitlichen.

[274] Vielleicht gehören hierher auch einige der gefüllten Blüten von Anacamptis pyramidalis Rich. [5]) deren innere Perigonwirtel meist in Form und Farbe lippenähnlich waren.

[275] Von besonderem Interesse sind die folgenden Labellpelorien, namentlich eine von Reichardt [6]) genau beschrieben von Ophrys arachnites Reich. (= O fuciflora Rchb.) weil bei ihnen ausdrücklich angegeben wird, dass das Staubgefäss und die Griffelsäule mit der Narbe, wie gewöhnlich entwickelt war, diese Teile also den zweilippigen Bau der Blüten noch nicht aufgegeben hatten. Wir konnten das zwar für die eben genannten Blüten von Orchis Morio L. und O. militaris L. voraussetzen, weil ein Auftreten mehrerer Staubgefässe schwerlich mit Schweigen übergangen sein würde, doch wird es nicht ausdrücklich angegeben. Im Uebrigen hatten alle Blüten der von Prof. Mürle aus St. Pölten Reichardt übersendeten drei regelrechte Kelchblätter und auch drei der Lippe gleich gestaltete und gezeichnete Kronblätter, so dass das Perigon rings gleich war, wie gewiss auch der ungedrehte Fruchknoten. Eine ganz ähnliche Pelorie derselben Art erhielt Penzig [7]) von

[276] Prof. Hildebrand; und eine mit ihr wesentlich übereinstimmende von Ophrys muscifera

[277] Huds. [O. myodes L.] hat Lasius [8]) am Zürichberg gefunden; auch sie hatte eine normale Säule.

[278] Endlich hatte Greville [9]) in der 1824 erschienenen Flora Edinensis von einer pelorischen Coralliorrhiza innata R. Br. von Ravelingtoll bei Edinburg eine sorgfältige Beschreibung

[1]) Mühlich. Nachtr. S. 14: „Bina phylla interiora (tepala Rchb. fil.) perigonii calcarata"
[2]) Weber. Orch. Morio. S. 34. nach Schulze. Orchid. Dtschl. 3
[3]) Nach Schulze. Orchid. Dtschl., Nachträge u. Berichtig. 3.3.
[4]) Nach Schulze. Orchid. Dtschl. 9. Taf. 9 Figur 10.
[5]) Siehe [251].
[6]) Reichardt. Ophr. arachn. Sitz. ber. S. 21.
[7]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 362. 363.
[8]) Schulze. Orchid. Dtschl. 26
[9]) Greville. Fl. Edinens. p. 187.

gegeben, welche nicht wenige der neuerdings bekannt gewordenen Angaben über pelorische Orchideenblüten weit hinter sich zurücklässt. In allen Blüten der von ihm gefundenen Pflanze waren die zwei äusseren [1]) der gewöhnlich oben zusammenneigenden Abschnitte des Perigons, also die paarigen Kronblätter in Lippen verwandelt, so gross wie die gewöhnliche Lippe, schön rot punktirt und herabgeschlagen. Zwischen ihnen erschienen die drei Kelchblätter; in der Mitte steht die lange Säule ganz frei mit dem Staubbeutel an der Spitze.

Bei allen diesen vorschreitend pelorischen Umbildungen ist von den sie bewirkenden Kräften überall nur das Perigon, seltener die paarigen Kelch- öfter die paarigen Kronblätter ergriffen und der Beschaffenheit der Lippe näher gebracht worden, das Säulchen mit dem Staubbeutel dagegen ist auf dem in der gewöhnlichen Blüte erreichten Punkte stehen geblieben; die Blüten halten daher immer in etwas den zweilippigen Charakter fest und selbst die am weitesten vorgeschrittenen können nicht als vollständige, sondern nur als Perigon-Pelorien betrachtet werden.

b. Zweizählige Labellpelorien.

[279] Das gilt auch von den, einer Labellpelorie zustrebenden zweizähligen Blüten einiger kräftiger Topfpflanzen von Orchis maculata L., an denen Massalongo [2]) verschiedene Bildungsabweichungen beobachtet hat. Bei zweien von diesen hatte jede ein oberes und ein unteres medianes Kelchblatt, sie sind also antidimer. Die beiden seitlichen inneren Perigonblätter entsprechen dann den paarigen Kronblättern, sind aber zur Lippe umgestaltet. Wie nun sonst die paarigen Kronblätter nach oben zusammenneigend hinten einen hohlen, nach vorn einen konvexen Rand haben, sind auch die sie vertretenden Lippen ähnlich gestaltet. Der obere ihrer drei Abschnitte fehlt, sie sind daher zweispaltig mit einem oberen kleineren, dem mittleren Lappen der gewöhnlichen Lippe entsprechenden, nach dem oberen Kelchblatt hin gekrümmten und einem unteren grösseren, schief aufwärts gewendeten Abschnitt: Bei der einen Blüte hat nur die rechte, bei der andern haben beide Lippen einen nach unten gerichteten Sporn. So prägt sich die zweilippige Natur der Blüte nicht nur in dem einzigen, dem gewöhnlichen entsprechenden Staubgefäss, sondern auch in der Blütenhülle neben ihrem pelorischen Aussehen noch unverkennbar aus.

c. Unbestimmte Labellpelorien.

Ausser den im Vorhergehenden besprochenen Arten zählt Masters [3]) noch eine ganze Reihe anderer unter den Pflanzen auf, bei denen „unregelmässige Pelorien am häufigsten beobachtet wurden", von denen aber keine mit Sicherheit hierher gehört.

[280] Für Orchis papilionacea L. wird von Masters nur der Name, von Penzig [4]) nur die Anmerkung [5]) angegeben, in der Moquin-Tandon sagt: „Ich habe eine Pelorie von Orchis papilionacea beobachtet." Ebenso heisst es an derselben Stelle: „Herr Noulet hat, wie er mir versichert, in Toulouse eine (Pelorie) von Orchis Simia Lam. gefunden." Solche dürftige Bemerkungen [281] mögen vielleicht nebenher angeführt werden, wo es sich um die Geschichte unserer Kenntnis der Pelorien handelt; sonst würden sie am besten mit Stillschweigen übergangen; in ein Verzeichnis be-

[1]) Unter „the 2 outer of the 3 upper connivent segments of the perianth" können nur die beiden paarigen Kronblätter zu verstehen sein, im Gegensatz zu dem mittleren unpaaren Kelchblatt, von dem sie rechts und links, also in gewissem Sinne nach aussen hin stehen; nicht aber die paarigen Kelchblätter.

[2]) Massalongo. Note, p. 6; Tav. I., fig. 2. 3 (nur diese!)

[3]) Masters. Pfl. ter. p. 276.

[4]) Penzig. Pfl. ter. II. S. 360.

[5]) Moquin-Tandon. Pfl. ter. S. 174.

stimmter Pelorienformen gehören sie jedenfalls nicht, auch wenn es nicht bloss die am häufigsten vorkommenden enthält.

[282] Von Orchis laxiflora Lam.[1]) und O. latifolia L. hat nach seinem Verzeichnis Masters
[283] selbst Labellpelorien gesehen, doch habe ich nirgends eine Auskunft darüber gefunden, wie die-
[284] selben beschaffen waren. Von diesen beiden Arten, wie von Orchis mascula L. und Aceras
[285] anthropophora R. Br. sind bisher nur Petal-Pelorien gefunden worden. Unter den Labellpelorien müssen wir sie daher bis auf weiteres streichen.

III. Umbildung der Lippe in ein paariges Kronblatt.

a. Dreizählige Petalpelorien.

Wir können uns vorstellen, dass im Gegensatz zu den oben behandelten vorschreitenden Pelorien, die rückschreitenden dadurch zu Stande kommen, dass die einfache Urform der Blüte gleichförmig heranwächst, indem die besonderen, namentlich die für gewöhnlich die Lippe bildenden Kräfte, nicht zur Wirkung kommen. Nun lässt sich wohl denken, dass diese Kräfte zuweilen eine Zeit lang thätig sind, ehe sie erlöschen. Dann werden Zwischenstufen zwischen Lippen und der einfachen Form der paarigen Kronblätter entstehen. Solche finden wir in der That in mannigfaltigeren Abstufungen als bei den vorschreitenden Umänderungen von Kelch- und Kronblättern. Zu einem ähnlichen Ergebnis leiten uns die morphologisch wichtigen Beobachtungen von Thilo Irmisch[2]) an verbildeten
[286] Blüten der Epipactis latifolia All. An schwächlichen Pflanzen von Walkenried am Südrande des Harzes, fand er kümmerliche, aber doch geöffnete Blüten, deren Staubbeutel keinen Pollen und deren Fruchtknoten keine Ovula gebildet hatten, deren Kelch- und Kronblätter nur wenig von einander verschieden waren, die Lippe flach, nur zuweilen etwas vertieft und ganz ohne die spätere Gliederung. Andere Blüten z. T. von anderen Fundorten zeigten stufenweise Weiterbildung bis zu der gewöhnlichen Lippe mit scharf abgegliedertem Hypo- und Epichilium. Hier folgte also die Reihe der Bildungsabweichungen zugleich der Reihe der Entwicklungsstufen des Perigons in der gewöhnlichen Blüte; die einzelnen Glieder dieser Reihe der Bildungsabweichungen sind Blüten, die auf einer bald niederen bald höheren Entwicklungsstufe stehen geblieben sind. Aehnlich wie wir denken, dass sich einst aus Blättern mit ringsgleichen Perigon die heutige Form herausgebildet haben mag, so thut sie es noch jetzt in jeder einzelnen Blüte. Solche zusammenhängende Reihen finden sich nicht leicht. Meist müssen wir die einzelnen Stufen durch verschiedene Arten verfolgen.

Gehen wir dabei von der gewöhnlich gestalteten Lippe der dreizähligen Blüte aus, so erscheint als eine ihrer leichtesten Umänderungen das Fehlen des Sporns bei den sonst damit versehenen Arten.

α. Schwinden des Sporns.

Den ersten Schritt in dieser Richtung erblicken wir in den hin und wieder vorkommenden Blüten, bei denen nur der Sporn ungewöhnlich kurz ist.

[287] Hier können wir zunächst die schon oben [237] erwähnte Kirschleger'sche Gymnadenia conopea R. Br. anführen, deren Sporn nur halb so lang war, wie gewöhnlich; denn ihre Lippe war wohl kleiner als sonst, aber doch dreilappig, und die fünf anderen Perigonblätter sind auch in der gewöhnlichen Blüte einander ziemlich ähnlich, so dass, trotz des pelorischen Ansehens das Perigon sich von dem gewöhnlichen in keinem wesentlichen Stücke unterschied

[288] Dann erwähnt Wirtgen[3]) eine Orchis Morio L. „mit einem warzenförmigen, 1‴ (etwa

[1]) So soll es wohl jedenfalls heissen, nicht O. latiflora, obgleich dieser Name auch im Register, S. 602, wiederkehrt.
[2]) Irmisch. Epipactis, S. 424—430. — Vgl. Pfitzer. Entwickel. S. 176.
[3]) Wirtgen. Flora. S. 441.

2¼ mm) langen Sporn.“ Häufiger fehlt der Sporn ganz. So erhielt Hausmann [1]) „ein spornloses
[289] Exemplar“ von Orchis Morio L. aus der Umgegend von Bozen. Ebenso kurz giebt Nord-
[290] stedt [2]) an, dass bei Orchis mascula L. der Sporn bisweilen fehlschlägt.

[291] Von ganz anderem Wert ist Petermanns [3]) Orchis latifolia L. var. ecalcarata aus der Umgegend von Leipzig, weil es sich bei ihr nicht um eine vereinzelte Blüte handelt, bei der die Abweichung immerhin zufälligen Umständen, wie frühzeitigen äusseren Einwirkungen zu verdanken sein könnte, und weil wir hier auch bestimmte Auskunft über die anderen Blütenteile erhalten; denn bei dieser Pflanze fehlte allen Blüten der Sporn so, dass auch nicht der geringste Ansatz eines solchen vorhanden war. Im übrigen waren sie regelmässig gebildet und nicht etwa verkümmert, wie man nach Reichenbachs Angabe: [4]) „Est specimen humile“ vermuten könnte.

[292] Ebenso waren die nahezu fünfzig Blüten einer Ähre von Gymnadenia odoratissima R. Br., die Hausmann [5]) aus 4000′ Seehöhe aus der Gegend von Bozen erhielt, sämmtlich ungespornt, im Uebrigen aber wenig verändert.

[293] Von derselben Abänderung sind später bei Jena von Schulze [6]) Pflanzen gefunden worden „mit z. T. spornlosen, z. T. mehr oder minder langgespornten Blüten an derselben Achse“ — ein besonders deutlicher Beweis, dass von einer „Varietät“ bei dieser Form keine Rede sein kann.

[294] Von Gymnadenia conopea R. Br. habe ich einmal in Schreiberhau die unterste Blüte einer Ähre vollkommen spornlos gefunden, während sie sonst ganz wie gewöhnlich beschaffen war und alle folgenden langgespornte Lippen hatten. Ob die von Andern angeführten ungespornten Blüten dieser Art ebenso vereinzelt oder ob alle Blüten derselben Ähre ebenso beschaffen waren, lässt sich aus den
[295] dürftigen Angaben nicht mit Sicherheit entnehmen. So sagt Hausmann [7]) nur: Eine abnorme Form mit ungespornter Lippe fand ich, jedoch in einem einzigen Exemplar, auf den Wiesen ober
[296] dem Kemnater Kalkofen; und Murr: [8]) Ein spornloses Exemplar fand M. Hellweger am Brenner.
[297] Dagegen deutet der von Halácsy und Braun [9]) bei Platanthera chlorantha Rchb. gebrauchte Ausdruck: „eine Abnormität mit durchaus spornlosen Honiglippen“, wie sie bei Wieselburg gefunden worden ist, auf eine Pflanze mit lauter solchen Blüten hin.

β. Umbildung der Spreite in ein paariges Kronblatt.

Andrerseits nähert sich die Lippe ohne ihren Sporn zu verlieren den paarigen Kronblättern, indem ihre Spreite deren einfachere Gestalt mehr und mehr annimmt. Als eine erste Stufe kann man
[298] die von M. Schulze [10]) beobachtete Form von Orchis fusca Jacq. betrachten, deren dunkelpurpurne Lippen an einem nur seicht ausgerandeten Mittelzipfel bloss noch rudimentäre Seitenzipfel
[299] trugen; und die von Clos [11]) angeführte Blüte derselben Art, deren Lippe ihre Seitenlappen ganz verloren hatte, während der Mittellappen ungewöhnlich gross geworden war.

[300] An einer kleinen, tief sumpfigen Stelle bei der alten Brücke über den Seifen oberhalb

[1]) Hausmann. Fl. v. Tirol, II. S. 835. — Nach dess.: Botan. Durchf., S. 124: 2 Exemplare.
[2]) Nordstedt. Orch. masc. p. 99.
[3]) Petermann. Beitr. S. 367.
[4]) Reichenbach. Icones, p. 58
[5]) Hausmann. Botan. Durchf. S. 124. — Reichenbach. Icones, p. 112 f.; Tb. 166 als var. ecalcarata.
[6]) Schulze. Orchid. Dtschl. 47.
[7]) Hausmann. Fl. von Tirol, S. 838. Vergl. dess. Botan. Durchf. Tirols, S. 124.
[8]) Murr. Farbenspielarten, S. 71.
[9]) Halácsy u. Braun. Nachtr. S. 61.
[10]) Schulze. Orchid. v. Jena, S. 35.
[11]) Clos. Terat. taxinom. p. 20.

Schreiberhau standen unter vielen regelmässigen Pflanzen von Orchis maculata L. zwei auffallend schlanke Stengel, dicht nebeneinander aber aus getrennten Knollen mit fast ungefleckten Blättern und roten, ebenfalls nur wenig gefleckten Blüten in lockerer Ähre auf dünnen, langen, gedrehten Fruchtknoten; die paarigen Kelchblätter (VI. 161. 162 c'' c''') zwar nicht zurückgeschlagen, doch seitwärts abstehend; die Lippe (k') kurz, schmal, dreieckig, ganz ungeteilt und fast ungefleckt mit nur eben so langem Sporn (sp.). So war die Spreite der Lippe den paarigen Kronblättern (k'' k''') schon angenähert, noch mehr aber den seitlichen Kelchblättern (c'' c'''). Die darin liegende Annäherung der Blüte an eine Pelorie ist indes nur eine sehr schwache; der Sporn, wie die über dem Staubgefäss wie gewöhnlich zusammenneigenden paarigen Kronblätter prägen selbst dem Perigon noch deutlich den zweilippigen [301] Charakter auf. [1]) Noch etwas weiter vorgeschritten ist die Form oxyglossa Beck. von Gymnadenia odoratissima R. Br. [2]) deren Lippe in der sonst unveränderten Blüte fast oder völlig ungeteilt, oft spitz ist, wie sie am Schneeberge bei Wien und bei Jena vorgekommen sind, zuweilen mit gewöhnlichen Blüten in derselben Ähre. Doch fallen solche Abänderungen, wie sie ähnlich auch bei andern Arten vorkommen, vielleicht in den natürlichen Formenkreis der Art, ohne dass man darin bereits den Anfang zu einer Pelorienbildung zu erblicken berechtigt wäre.

γ. Fast vollkommene dreizählige Petalpelorien.

Das kann man unbedenklich in den viel zahlreicheren Fällen, in denen zu dieser Umgestaltung der Lippe das Schwinden des Sporns hinzutritt, das sich in mehreren Stufen verfolgen lässt.

[302] Von Bogenhard erhielt Reichenbach [3]) eine Orchis mascula L., deren Lippen kahnförmig, am Rande gewellt in eine Spitze ausliefen, am Grunde an Stelle des Sporns nur eine Vertiefung hatten, die nach hinten in einen kurzen kegelförmigen Fortsatz ausging. Ihr gegenüber standen die flachen, lineallanzettlichen, übrigen Perigonblätter in einer lockeren Gruppe immerhin deutlich genug nach oben gewendet, um den zygomorphen oder zweilippigen Charakter der Blüte hervortreten zu lassen.

[303] Ihr ganz ähnlich beschreibt Wigand [4]) die Blüten einer wahrscheinlich ebenfalls zu Orchis mascula L. gehörigen Pflanze in Bischoff's Herbarium, mit Ausnahme der untersten, die noch einen sehr kurzen, 1''' (= 2¼ mm) langen Sporn hatten; die aus eiförmigem Grunde in eine kurz einwärts gebogene Spitze ausgezogene Lippe war ungeteilt oder kaum beiderseits mit einem Zahn versehen, sonst der vorigen ganz ähnlich.

[304] Mit dieser stimmen nach Celakovsky's Untersuchung [5]) auch die der beiden Pflanzen von Orchis Morio L. überein, die von der zuerst bei Ath im Hennegau gefundenen und von Hocquart in der Flore de Jemappe 1814 als Serapias Athensis bezeichneten Form in Wallroths Herbarium liegen. An der vermutlich von Ath im Hennegau stammenden Pflanze war die Lippe ganz der oben beschriebenen von Orchis mascula ähnlich, doch nur mit stumpfer, sackförmiger Vertiefung am Grunde, sonst den paarigen Kelchblättern ähnlich, der Fruchtknoten ausgebildet, gedreht, unter der Blüte hakenförmig gekrümmt. Bei der andern wahrscheinlich von Wallroth selbst in Thüringen gesammelten fehlte der Lippe die Vertiefung am Grunde. Die übrigen Blütenteile scheinen, da über sie nichts angegeben wird, von den gewöhnlichen nicht verschieden gewesen zu sein.

[1]) Auf die hier und da erscheinenden Staubbeutel-Anlagen in diesen Blüten kommen wir später [347] zurück.
[2]) Schulze. Orchid Dtschl. 47. — Halácsy u. Braun. Nachtr. S. 61.
[3]) Reichenbach. Icones, p. 42; Tab. 38, Fig. 31.
[4]) Wigand. Beitr. S. 714.
[5]) Celakovsky. Botan. Berichtigungen. S. 59 f. — Auch Aceras Hocquartii Wallr. und Ophrys Hocquartii Wallr. benannt.

[305] Von Orchis latifolia L. habe ich selbst einmal eine nahezu pelorische Blüte gefunden (VI, 163, 164), die gleichwohl, ganz abgesehen von der Stellung des einzigen Staubgefässes, durch die Richtung und die Gestalt der Perigonblätter ihre zweilippige Natur erkennen liess. Es war die oberste Blüte einer üppigen Pflanze von der sumpfigen, tiefsten Stelle der Dovewiese bei Schreiberhau. Sie stand im Winkel eines gewöhnlichen Deckblatts (d); diesem gegenüber ein dasselbe überragender Faden (t), eine wirkliche oder scheinbare Fortsetzung des Stengels, fast ganz drehrund am Ende ein wenig schräg abgeflacht. (Vergl. [111].) Der schwach gedrehte, dreiklappige Fruchtknoten war bogenförmig nach aussen gekrümmt. Vor dem unpaaren, nur an der Spitze kappenförmig gewölbten Kelchblatt (c′) biegen sich wie gewöhnlich die paarigen Kronblätter (k″, k‴) über dem Staubgefäss zusammen. Die paarigen Kelchblätter sind in einem scharfen Kiele (z) längs gefaltet, nur die Lippe (k′) ist ganz flach, ohne jede Spur eines Sporns, aus eiförmigen Grunde nach vorn etwas verschmälert, einfarbig dunkelrot, wie die übrigen Blätter der Blütenhülle, denen sie auch sonst ähnlich ist. Vor ihr erhebt sich das Gynostemium, hinter ihm das Staubgefäss, vor ihm der Schnabelfortsatz, unter dem das Beutelchen nur von einer bogenförmigen Narbenfläche begrenzt wird. Die Oehrchen zu beiden Seiten des Staubbeutels treten auffallend deutlich und frei hervor.

[306] Ihr sehr ähnlich waren zwei Blüten der Orchis maculata L. von Schreiberhau, jede die unterste ihrer Ähre (VI. 165, 166). Der Fruchtknoten war nur unvollständig gedreht, so dass das Deckblatt (d) neben der von vorn gesehenen Blüte (VI, 166) seitwärts stand. Der Kelch wie gewöhnlich; die paarigen Kronblätter etwas mehr ausgebreitet, weniger stark über dem Staubgefäss zusammen geneigt. Die von vorn gesehen (166, k′) sich stark verkürzende Lippe ihnen fast gleich gestaltet, einfach lanzettlich, ohne Seitenlappen und nicht nur ohne Sporn (165, k′), sondern ohne auch nur ein Grübchen an seiner Stelle. So sind die sechs Blätter des Perigons einander ähnlich, dieses aber nach der Richtung der paarigen Kronblätter immer noch erkennbar zweilippig, noch mehr durch das eine Staubgefäss, dessen Mittelband nach unten ausserordentlich verbreitert, hier auf einem kleinen weissen Hügel aufsteht, der die Stelle des Beutelchens und der Narbe einnimmt, während der Schnabelfortsatz nur ein winziges, Fig. 166 nicht sichtbares Spitzchen ist, die Oehrchen aber überhaupt fehlen. Der Fruchtknoten ist zwar oben fast leer, mit zwei, weiter nach unten aber mit drei schwachen Samenleisten.

[307] Noch näher einer ringsgleichen Blüte stehen die einer nach Soyer-Willemet [1]) zuweilen in der Umgegend von Nancy im Gehölz von Maxéville vorkommenden abweichenden Ophrys (Aceras R. Br.) anthropophora, deren Lippe den drei Kelchblättern ganz ähnlich geworden ist, deren paarige Kronblätter zwar ebenso gestaltet sind, wie die vier andern Perigonblätter, aber doch kleiner, wesshalb Soyer-Willemet selbst bemerkt, sie seien nicht so regelmässig, wie die bei Orchis latifolia von Richard [225] beschriebenen. Da er sie mit dessen ersten Stufen vergleicht, werden seine Blüten auch nur ein Staubgefäss enthalten haben.

[308] Auch für die von ihm als Orchis peloria beschriebene Gymnadenia conopea R. Br. giebt Poiret [2]) an, dass die drei oberen einander gleichen Perigonblätter aufrecht waren, die seitlichen, wie gewöhnlich zurückgeschlagen, so dass die Blüten noch ausgesprochen zweilippig sind. Nur die Lippe ungespornt, flach, oval, nach vorn etwas verbreitert und ausgerandet, ganz ungeteilt.

[309] Ebenso nennt Ortmann [3]) die schon oben aus Anlass der überzähligen inneren Staubgefässe besprochenen Blüten [228] von Platanthera chlorantha Rchb. trotz der Annäherung der Lippe an [310] die Gestalt der übrigen Perigonblätter doch noch „bilateral-symmetrisch“; und Buchenau [4]) fand

[1]) Soyer-Willemet. Observat. p. 123, Obs. LXIX, u. p. 178.

[2]) Poiret. Orch. pél. p. 179. Die Lippe nennt Poiret „plane, ovale, en coeur, un peu élargi, très-entier, point éperonné.“

[3]) Ortmann. Plat. chlor. S. 226.

[4]) Buchenau. Bild. abw. S. 478.

bei zwei kräftigen Pflanzen derselben Art von Vegesack bei Bremen an den grossen schneeweissen Blüten die Lippe ungespornt, den paarigen Kelchblättern ähnlich; aber doch die drei oberen breit dreieckigen Perigonblätter noch etwas helmartig zusammenschliessend, während die drei unteren schmaler, dreieckig lanzettlich und ausgespreizt waren, so dass die Pelorienbildung nicht ganz vollständig war. Das eine Staubgefäss und der ungewöhnlich stark gedrehte Fruchtknoten mit den Anlagen der Eichen waren normal gebaut.

[311] Auch Seydler [1]) fand an einer Pflanze dieser Art von Braunsberg in Preussen die Lippe zwar ohne Sporn nicht länger als die Kelchblätter und breiter als gewöhnlich, aber stumpf, also doch wohl der gewöhnlichen Form noch ähnlich, während die Kelchblätter spitz, die paarigen Kronblätter kleiner und etwas stumpf waren. Die ganze Blüte war weiss und wenig wohlriechend, aber die nach oben genäherten Fächer des einen Staubbeutels liessen die Pflanze als Platanthera chlorantha Rchb. erkennen.

Etwas anders gestaltet sich der Uebergang der gewöhnlichen in die pelorischen Blüten bei den überhaupt spornlosen Orchideen namentlich bei den Arten der Gattung Ophrys. Denn bei diesen besteht die Umbildung der Lippe mehr in einer Annäherung an die Gestalt der Kelchblätter, als an die der paarigen Kronblätter; und diese sind von den Kelchblättern, denen sie bei den spornbildenden Arten in der Regel schon ganz ähnlich sind, meist durch ihre Kleinheit, ihre Gestalt und oft auch durch ihre Beschaffenheit so verschieden, dass sie nur durch eine sehr erhebliche Umgestaltung diesen und dann auch der umgeänderten Lippe ähnlich werden können. Dadurch wird ihnen ersetzt, was ihnen durch das Fehlen des Sporns an Mannigfaltigkeit der Umbildungen abgeht.

[312] Als deren erste Stufe können wir die von Hegetschweiler [2]) als Ophrys Trollii nach einer Abbildung aus dem Nachlass des Malers Troll beschriebene Form von Ophrys apifera betrachten, die sich von dieser fast nur dadurch unterscheidet, dass die Seitenlappen der Lippe linealisch und unscheinbar sind, während der schmal lanzettliche Mittellappen lang zugespitzt, weder ausgerandet noch zurückgeschlagen ist, so dass die Lippe ein den paarigen Kelchblättern ähnliches Aussehen gewinnt. Schon dass von dieser Form nur einmal eine Pflanze beim Schlosse Wülflingen bei Winterthur in der Schweiz gefunden worden ist, spricht dafür, dass sie nur eine gelegentliche Abweichung von der Hauptform der Ophrys apifera Huds. ist; ebenso, dass Zwischenformen zwischen beiden wiederholt beobachtet worden sind.

[313] Als die erste Stufe können wir die von Tausch [3]) als Ophrys purpurata nach einer aus Italien stammenden Pflanze beschriebene Form ansehen, deren kurze, stumpf dreieckige Lippe nur ziemlich unansehnliche Seitenlappen hat.

[314] Dieser ähnlich mögen die von Schulze [4]) bei Jena aufgefundenen Formen der Ophrys apifera mit nur wenig ausgezogener Lippe und nicht oder kaum zurückgebogenem Anhängsel gewesen sein.

[315] Dann die von Reichenbach [5]) bei Bex gefundene von ihm als Ophrys apifera var., Trollii bestimmte, deren am Grunde breite, sammthaarige Lippe in eine lange Spitze vorgezogen ist, mit schwach ausgebildeten Seitenlappen, und die von ihr nur wenig durch schmälere Lippen verschiedene, die er aus der Schweiz erhalten hat. [6])

---

[1]) Seydler. Plat. mont. S. 111. 114

[2]) Hegetschweiler. Flora d. Schweiz, S. 874; Taf. VIII. — Reichenbach. Icones, p. 97 führt noch ein paar Funde von anderen Orten an.

[3]) Tausch. Ophr. purpur. p. 221. — Reichenbach. Icones, p. 97. 98; Tab. 113. IV, als Ophr. apifera. var. purpurata.

[4]) Schulze. Orchid. Dtschl. 31.

[5]) Reichenbach. Icones, p 98; Tab. 105, II.

[6]) Ebenda Tab. 113. V.

[316] In diesen Formenkreis ziehen wir auch die von Jenner [1]) bei Glynde in zwei oder drei, im folgenden Jahre in acht bis zehn Pflanzen gefundenen Ophrys apifera Huds., in deren sämtlichen Blüten die Lippe schmaler als gewöhnlich, rautenförmig und von derselben rosa Farbe war wie die Kelchblätter.

[317] Dann zwei in Süd-Devon gefundene Pflanzen, die Mott [2]) als Varietät von Ophrys apifera Huds. beschrieben hat. In allen Blüten war die Lippe kaum von den Kelchblättern verschieden, wie diese dunkel purpurrot, nur war sie etwas breiter und sammetartig.

[318] Endlich möchte auch die oberste Blüte der von J. E. Gray [3]) besprochenen, wegen ihrer drei, in eine dreikantige Masse verwachsenen Staubfäden schon einmal erwähnten [226] Ophrys apifera Huds. hierher gehören, deren Lippe in Form und Farbe genau den Kelchblättern glich, während die paarigen Kronblätter noch etwas kleiner waren als gewöhnlich, wodurch die zweilippige Natur der Blüte deutlich hervortritt. Der Fruchtknoten war wie gewöhnlich zusammengesetzt.

Dass nur die oberste Blüte der Ähre diesen eigenartigen Bau zeigt, während die übrigen der gewöhnlichen Ophrys apifera Huds. ganz nahe stehen, beweist, dass auch die ganze Formenreihe keine Varietät darstellt, sondern Annäherung an pelorische Blüten. Dass keine von ihnen der andern gleicht, kann uns daher nicht überraschen, und wenn wir ihnen einmal einen Namen geben wollen, können wir sie recht gut als Ophrys apifera Huds. forma Trollii Heg. zusammenfassen.

[319] Einer weiteren Stufe gehören die von Freyhold [4]) als Ophrys apifera Huds. form. Friburgensis bezeichneten Pflanzen an, die er in 15—20 Exemplaren auf dem Schönberg bei Frei-
[320] burg im Breisgau gefunden hat, in dessen Umgegend sie später auch noch an mehreren andern Stellen aufgefunden worden ist. [5]) Bei dieser ist nicht nur die Lippe fast flach, nur wenig gewölbt mit kaum entwickelten Anhängsel an dreieckigen Mittellappen, und kleinen Seitenlappen, und nähert sich dadurch wie bei der vorigen Form den Kelchblättern an, sondern die paarigen Kronblätter sind diesen in Gestalt, Farbe und Mangel der Behaarung gleich und stehen ihnen in der Grösse nur wenig nach.

[321] Der gleichen Stufe gehören die von Max Schulze [6]) beschriebenen schon oben [214] wegen ihrer überzähligen Staubgefässe erwähnten beiden untersten Blüten einer Ophrys myodes L. (O. muscifera Huds.) von Jena an. Ihre Lippe war sogar völlig ungeteilt, auch an der Spitze nicht gespalten, schmutzig gelb, ohne Spiegelfleck und fast kahl, die paarigen Kronblätter zwar erheblich verlängert und verbreitert, doch, wie es scheint, etwas weniger, als bei der vorigen Form, sonst aber wie die Kelchblätter gelblich grün und fast vollständig kahl. Von besonderem Interesse ist es, dass dieselbe Pflanze im folgenden Jahr im Garten wieder blühte. [7]) Die vier untersten Blüten waren noch etwas weiter umgebildet, die zwei oberen dagegen zeigten in allen Stücken eine mehr oder weniger grosse Annäherung an die regelmässige Form. Dieser noch ähnlicher war eine von Leimbach bei Arnstadt in Thüringen beobachtete Pflanze. [8]) Auch diese Vorkommnisse lassen erkennen, dass wir hier keine Varietäten oder gar Arten, sondern nur Bildungsabweichungen vor uns haben.

[322] Dasselbe zeigt eine von Wydler [9]) untersuchte Ophrys araneifera Huds., deren unterste Blüte regelmässig war, die folgenden pelorioidisch, worauf wir später [354] noch einmal zurückkommen.

[1]) Jenner. Pelor. p. 284.
[2]) Mott. Ophr. apif. p. 247.
[3]) Gray. Ophr. apif. p. 213.
[4]) Freyhold. Bot. Mitteil. S. 220.
[5]) Schulze. Nachträge II.
[6]) Ebda.
[7]) Schulze. Nachträge III.
[8]) Schulze. Nachträge II.
[9]) Wydler. Orchid. triandr. p. 310.

[323] Aus der Gruppe der diandrischen Orchideen ist eine fast vollkommene Petalpelorie eines Cypripedilum Calceolus L. aus der Gegend von Innsbruck von Heinricher beschrieben worden. [1]) An der schon mehrfach erwähnten Blüte waren die gewöhnlich verwachsenen paarigen Kelchblätter bis nahe an den Grund getrennt, schmäler und etwas kürzer als das unpaare, aber wie dieses lanzettlich zugespitzt. Sie standen jedoch noch mehr nebeneinander, nicht, wie man hätte erwarten können, 120° auseinander weichend. Die beiden paarigen Kronblätter bildeten nach rechts und links fast einen gestreckten Winkel, während die Lippe ihre Pantoffelgestalt gänzlich verloren hatte, und, gleich den paarigen Kronblättern linealisch langzugespitzt, dem unpaaren Kelchblatt gegenüberstand. So bildete das Perigon fast ein stehendes Kreuz, dessen nach oben und nach den Seiten gewendete Teile aus je einem, dessen unterer Teil aus drei nahe zusammenliegenden Blättern bestand. In dieser Anordnung wie auch in der Verschiedenheit des unpaaren von den zwei paarigen Kelchblättern trat der zweilippige Grundplan der sonst pelorischen Blüte immer noch erkennbar hervor. Uebrigens erhöht das mit der starken Zusammenziehung der Lippe in einer gewissen Wechselbeziehung stehende Hervortreten des unpaaren inneren Staubgefässes noch das Interesse dieser Blüte als einer Rückschlagserscheinung, da in ihr ausser dem fast ringsgleichen Perigon alle drei Staubgefässe des inneren Wirtels vollständig ausgebildet sind.

δ. Vollständige dreizählige Petalpelorien.

Wenden wir uns nun zu den vollkommenen pelorischen Blüten, so erscheint die Zahl derselben wahrscheinlich grösser als sie wirklich ist, weil wir die ohne Einschränkung wenn auch nur kurzweg als pelorisch bezeichneten hierher rechnen müssen, während eine genaue Untersuchung leicht in diesem oder jenem Punkte noch eine Ungleichheit ergeben würde; dann auch, weil es nicht natürlich sein würde, wegen ganz geringer Abweichungen die Blüte von den pelorischen auszuschliessen.

[324] Nur von einer Orchis Morio L von Balme de Fontaine, deren spornlose Lippe den Kelchblättern gleich war, und die er als monstroso-regularis bezeichnet, giebt Mutel [2]) an, dass alle Kelch- und Kronblätter zusammenneigten; bei allen anderen vollkommeneren Pelorien scheinen dieselben gleichförmig ausgebreitet zu sein, wenigstens bei allen, wo etwas über die Richtung der Blütenteile angegeben wird oder aus Abbildungen zu ersehen ist. Ebenso dürfen wir, wo nicht etwas anderes darüber gesagt wird, annehmen, dass wie in der gewöhnlichen Blüte, nur das unpaare Staubgefäss des äusseren Wirtels da war.

[325] So wird es bei den drei Pflanzen von Orchis maseula L. gewesen sein, die Rasor [3]) bei Cambridge fand und die zwei Jahre hintereinander dieselben Blütenformen trugen. Die ungespornte Lippe glich in Gestalt und Grösse den paarigen Kronblättern, die grösser waren als gewöhnlich; alle waren wie die Kelchblätter rot und ungefleckt, so dass alle sechs Perigonblättern gleich gestaltet und gleich gefärbt eine regelmässige Blütenhülle bildeten.

[326] Von Orchis laxiflora hat Clos [4]) eine Pflanze aus den Hautes-Pyrénées beschrieben und abgebildet, deren elf Blüten einen gedrehten Fruchtknoten hatten und deren Perigon bei einer aus sechs, bei den übrigen aus sieben oder acht, einander wesentlich gleichen, den paarigen Kronblättern der gewöhnlichen Blüte ähnlichen, lanzettlichen roten Blättern bestand.

Die drei Kelchblätter lassen sich in den beigegebenen sieben Grundrissen ziemlich sicher nach der Stellung gegen das äussere dem der gewöhnlichen Blüte entsprechende Staubgefäss herausfinden,

[1]) Heinricher. Cyprip., S. 6 - 10.

[2]) Mutel. Flore française. p. 241.

[3]) Rasor. Pélorie. p. 329. Es scheint mir nicht gerechtfertigt, diese Beobachtung unter dem Namen des Uebersetzers Copineau aufzuführen.

[4]) Clos. Anom. végét. p. 16. Mit Tafel. Fig. 1—7.

auch wohl die paarigen Kronblätter; über die eigentliche Natur der übrigen, namentlich der ein oder zwei überzähligen Perigonblätter, dagegen bleiben wir im Unklaren, während die überzähligen Staub-
[327] gefässe, wie wir schon angeführt haben, dem inneren Wirtel angehören. Mutel [1]) führt auch von Nimes eine „Monstrosität" der Orchis laxiflora mit regelmässigem Perigon an.

[328] Dagegen besitzen wir durch Caspary [2]) genaue Auskunft über eine nicht weniger als $2^1/_2'$ hohe Pflanze von Orchis latifolia L. aus der Gegend von Elbing, deren Blüten sechs längliche lanzettliche Perigonblätter hatten, drei äussere, breitere, längere und drei innere, unter sich gleich, kürzere und schmälere, in so weit also vollkommen pelorisch waren. Dagegen hatten sie nur ein, von dem gewöhnlicher Blüten nicht abweichendes Staubgefäss.

[329] Ebenso ringsgleich war das Perigon der von Achille Richard [3]) beschriebenen Orchis latifolia L., ja hier waren selbst Kelch- und Kronblätter einander gleich. Während aber einige Blüten auch nur ein Staubgefäss enthielten, über das wir schon oben gesprochen haben, waren in andern die drei äusseren Staubfäden mit einander verwachsen und näherten die Blüte noch mehr einer vollständig pelorischen an.

[330] Auf diese bezieht sich auch Soyer-Willemet [4]), der in seinem Verzeichnis der Gefässpflanzen der Umgegend von Nancy bei Orchis latifolia L. nur ganz kurz angiebt, dass sie „monstroso-regularis" von Godefrin bei Pont-à-Mousson gefunden worden sei.

[331] Aus der Gattung Ophrys ist nur eine vollständige dreizählige Petalpelorie bekannt, die Peyritsch [5]) nach einem von Wiesbauer erhaltenen Exemplar von Ophrys arachnites Reichard (O. fuciflora Rchb.) kurz beschrieben hat. Alle Blüten desselben hatten auf ungedrehten Fruchknoten eine regelmässige Korolla, indem die Kronblätter wie die Lippe den paarigen Petalen einer normalen Blüte glichen.

Die einzige Art, bei der ausgesprochen pelorische Blüten in grösserer Zahl vorgekommen sind — es sind bis jetzt neun bekannt geworden — ist Platanthera bifolia Rchb. Einige derselben schliessen sich nahe an die fast pelorischen Blüten von Platanthera chlorantha Rchb. an, die gewiss nur eine ziemlich beständige Varietät von Platanthera bifolia Rchb. und keine eigene Art ist. Die Pflanzen stimmen so miteinander überein, dass man sie auf einen Schritt Entfernung nicht zu unterscheiden vermag, die Unterschiede sind geringfügig und so schwankend, dass schon eine Menge Mittelformen zwischen ihnen gefunden worden sind. Ich selbst habe bei Reinerz am Ausgange des Grunewalder Thales neben ausgesprochenen Platanthera chlorantha mehrere Pflanzen von der Tracht der Platanthera bifolia gefunden, das Perigon nicht mehr grün, als bei dieser, mit kaum keulig verdicktem Sporn, die Staubbeutelfächer bald weiter von einander abstehend und deutlich nach unten aus einander weichend, bald mehr genähert und fast gleichlaufend, nur noch durch ein etwas breiteres Mittelband auseinander gehalten. Einander so nahe stehende Formen als verschiedene Arten zu trennen, ist gewiss unnatürlich, so wünschenswert es ist, sie als Varietäten festzuhalten.

Während die annähernd pelorischen Blüten der Platanthera chlorantha Rchb. durch das Zusammenneigen der drei oberen Perigonblätter immer noch ihren zweilippigen Charakter bewahrten [310], breiten sich bei den am weitesten vorgeschrittenen der Platanthera bifolia Rchb. alle sechs Perigonblätter gleichförmig aus, die Lippe ist überall völlig spornlos und von den andern wenig oder gar nicht verschieden; und vielleicht stimmen sie in noch einem Punkt miteinander überein.

[1]) Mutel. Flore française, p. 240.
[2]) Caspary. Pelor. S. 59.
[3]) Richard. Orch. latif. p. 206 f. Pl. 3, Fig. 2, B-D.
[4]) Soyer-Willemet. Observat. p. 178.
[5]) Peyritsch. Ophr. arachn. S. 537.

[332] Hausmann [1]) fiel bei Bozen eine Pflanze dieser Art schon von weitem durch die rein weisse Farbe des Perigons auf. Diese auffallende Eigenschaft haben wir schon oben, bei den nahezu pelorischen Blüten der Platanthera chloranta Rchb. gefunden. Sie wird auch bei mehreren unserer Art hervorgehoben und wo dies nicht geschieht, ist das vielleicht nur der Kürze wegen weggelassen worden, da es nicht wichtig genung schien, oder es ist, namentlich wo getrocknete Pflanzen untersucht wurden, dem Beobachter entgangen. Sonst fand Hausmann das Perigon regelmässig, seine sechs Blätter an Grösse und Gestalt ziemlich gleich und alle in eine Fläche ausgebreitet.

[333] Dies war ebenso bei einer von Siegert [2]) am Zobtenberge gefundenen Pflanze, bei der die Lippe verkürzt und ohne Sporn den übrigen inneren Perigonblättern, und diese den äusseren fast gleich gestaltet waren.

[334] Eine gleiche Abweichung fand Neuman [3]) unter den ihm zur Bestimmung zugesendeten Pflanzen von Nybro in Schonen; die Lippe hatte keinen Sporn, sondern war, wie die andern Perigonblätter, eiförmig, kürzer und breiter als gewöhnlich; Fruchtknoten und Säule etwas kürzer, sonst wie immer gebildet, also jedenfalls nur mit einem Staubgefäss

[335] Eine ebensolche Platanthera bifolia Rchb. hat Scheutz [4]) von Kalmar an der Küste von Smaland gesehen.

[336] Noch kürzer erwähnt Mutel [5]) von Orchis (Platanthera) bifolia L. einer „Monstrosität“ mit regelmässigem Perigon, ohne Sporn: monstroso-regularis von Nimes.

[337] Etwas bestimmter äussert sich Ridley [6]) über eine in England gefundene, ihm übersendete Pelorie von Habenaria (Platanthera) bifolia R. Br., in deren sämtlichen Blüten die Lippe ungespornt, in Gestalt, Grösse und Textur ganz ähnlich den paarigen Kronblättern war.

[338] Vollständiger unterrichtet sind wir über die beiden folgenden Vorkommnisse. Von einer Pflanze, die bei Sandstede unweit Zwischenahn unter zahlreichen gewöhnlichen derselben Art gefunden worden war, giebt Buchenau [7]) an, dass die Lippe nicht nur ungespornt war, sondern sämtliche Perigonblätter schneeweiss, eiförmig-dreieckig waren, die äusseren etwas breiter als die inneren. Fruchtknoten und Gynostemium waren normal, der einzige Staubbeutel enthielt wohl ausgebildete Pollinien, die eben so wenig, wie bei der oben besprochenen Platanthera montana (chlorantha Rchb.) [8]) durch Insekten fortgetragen worden waren. Da die grosse Aehnlichkeit der Blüten mit denen der oben erwähnten Platanthera montana (chlorantha Rchb.) hervorgehoben wird, darf man wohl voraussetzen, dass die Perigonblätter gleichförmig ausgebreitet waren.

[339] Dies wird ausdrücklich angeführt von einer bei Innsbruck gefundenen spornlosen Platanthera bifolia Rchb., die Heinricher [9]) sehr genau beschrieben hat. Sie stimmt mit der vorigen in allen Stücken überein; nur wird besonders hervorgehoben, dass die mit den anderen Perigonblättern sonst ganz übereinstimmende Lippe etwas schmäler als das unpaare Kelchblatt, dagegen ein wenig breiter als die paarigen Kelchblätter war, worin eine, wenn auch nur schwache Hinneigung zur zweilippigen Blütenform liegt.

Bei allen diesen Blüten von Platanthera wird teils ausdrücklich bemerkt, dass nur das gewöhnliche Staubgefäss in ihnen vorhanden war, teils können wir das zuversichtlich annehmen, da eine

[1]) Hausmann. Botan. Durchf. S. 124
[2]) Siegert. Plat. bif. S. 130.
[3]) Neuman. Studier. p. 97.
[4]) Scheutz. Bidrag. p. 44.
[5]) Mutel. Flore franç p. 232
[6]) Ridley. Peloria, p. 218.
[7]) Buchenau. Eine Pelorie. S. 334.
[8]) Siehe oben [310].
[9]) Heinricher. Plat. bif.

so auffallende Erscheinung, wie das Auftreten überzähliger Staubgefässe von keinem Beobachter würde mit Stillschweigen übergangen worden sein.

[340] Nur ein ungenannter Sammler, der seine dürftige Mitteilung G. E. S. unterzeichnet [1]), hat bei Harrogate in der Grafschaft York eine „Varietät" von Habenaria (Platanthera) bifolia R. Br. mit ungespornten, also wohl pelorischen, Blüten gefunden, in denen alle drei Antheren entwickelt waren.

b. Zweizählige Petalpelorien.

Etwas anders stellen sich uns die zweizähligen Petalpelorien dar. So weit sich aus den leider meist unvollständigen Angaben schliessen lässt, gehören sie alle zu den antidimeren Blüten, denen die Lippe überhaupt fehlt, während die beiden medianen Kelchblätter einander von vorn herein wenigstens annähernd gleich sind, die beiden transversalen Kronblätter, den paarigen der gewöhnlichen Blüte entsprechen und einander völlig gleichen. Die Umwandlung irgend eines Blumenblatts ist daher hier nicht nötig, um ein ringsgleiches Perigon zu bilden. Nur die Richtung der Kronblätter muss aus der schräg aufwärts gewendeten in die genau transversale übergehen. Dies geschieht nicht notwendig desshalb, weil diese Blätter nach dem Schwinden der Lippe und dem Zusammenrücken und endlichen Verschmelzen der paarigen Kelchblätter gerade seitlich zu stehen kommen. In den zweizähligen Blüten der Goodyera repens R. Br. liegen die aufgerichteten paarigen Kronblätter der Innenfläche des oberen Kelchblatts eben so dicht an, wie in der dreizähligen Blüte, und bilden mit ihm eine, auf den ersten Blick sogar scheinbar einfache Oberlippe, die dem unteren Kelchblatt gerade gegenüber steht. Diese Blüten kann man daher nicht als pelorische betrachten, die bei dieser Art bis jetzt überhaupt noch nicht gefunden worden sind.

Aehnlich, wenn auch nicht so scharf ausgeprägt, ist es bei den meisten andern Arten.

Auf der Grenze zwischen diesen und den wirklich pelorischen Bildungen steht die unterste [341] antidimere Blüte einer Ophrys arachnites (O. fuciflora Rchb.), die Penzig [2]) im Modenesischen gefunden hat. Der am Stengel hoch über das Deckblatt hinaufgerückte, gedrehte Fruchtknoten, ist oben so weit übergebogen, dass die Blüte ganz wie die folgenden sich in einer senkrechten Fläche ausbreitet. Das obere Kelchblatt ist am Ende stark nach innen über das aufrechte Staubgefäss gebogen, während das untere gerade abwärts gerichtet ist; die beiden kleinen Perigonblätter stehen zu beiden Seiten des Säulchens fast wagerecht, immerhin noch ein wenig aufsteigend, so dass die ganze Blüte sich von einer gewöhnlichen antidimeren nur wenig unterscheidet.

[342] Erst wo mehr als ein Staubgefäss zur Ausbildung kommt, tritt der pelorische Charakter der Blüten deutlich hervor. Der vorigen ähnlich war noch eine Ophrys muscifera Huds. (O. myodes L.), die Geisenheyner [3]) unweit Echternach gefunden hat. Der auffallend lange Fruchtknoten — 2 cm statt wie gewöhnlich 1 cm — enthielt nur ein, an beiden Rändern reich mit Eichen besetztes Fruchtblatt, während die zwei andern mit einander verwachsen und fast ganz leer waren. Die kleinen Blüten hatten nur zwei Kelchblätter von Farbe und Gestalt der gewöhnlichen und, wie wir nach der vorher angeführten Blüte annehmen dürfen, median gestellt. Abwechselnd mit ihnen standen zwei linealische Kronblätter, zarter, kürzer und schmaler als die gewöhnlichen, so dass sie fast fadenförmig waren; da ihre Richtung nicht angegeben ist, könnte man vermuten, dass sie, wie in den dreizähligen Blüten, schräg aufwärts gerichtet waren. Endlich vor den zwei Kelchblättern zwei Staubgefässe, die also wohl dem äusseren Wirtel angehörten, mit gut ausgebildetem Blütenstaub.

[1]) S. Haben. bif. p. 319.
[2]) Penzig. Note teratol. p. 4; Tav. IV. Fig. 6. — Dess. Pfl. ter. II. S. 328 u. 363. — Dess. Consid. p. 88.
[3]) Geisenheyner. Ophr. musc. S. 7.

[343] Bei dieser mehrfachen Unsicherheit ist es besonders wertvoll, dass Theriot [1]) von den oben schon besprochenen pelorischen Blüten von Orchis laxiflora mit vier einander gleichen Perigonblättern angiebt, dass die Griffelsäule in einen cylindrischen Körper verwandelt war, mit einem Staubbeutel und den beiden „Staminodialhöckerchen“ und ausserdem noch drei Staubgefässen im Inneren der Blüte. Hier können wir nicht zweifelhaft sein, dass die Griffelsäule mit ihrem Staubgefäss dem der dreizähligen Blüte entspricht, also ein Kelchstaubgefäss ist; dass also die beiden Kelchblätter median, die beiden Kronblätter transversal standen und noch ein unteres Kelchstaubgefäss und zwei Kronstaubgefässe da waren. Ueber Bau des Fruchtknotens ist nichts angegeben, sonst aber sind bis auf die wohl nur geringe Verschiedenheit des oberen, äusseren Staubgefässes, von den drei andern diese Blüten die am vollkommensten pelorischen, die wir kennen.

[344] Dasselbe gilt von denjenigen Blüten der von Ruthe [2]) beobachteten zwei Pflanzen von Orchis Traunsteineri Sauter (O. incarnata L. β. Traunst.), die ebenfalls vier Staubgefässe enthielten, die wir gleichfalls schon bei den überzähligen Staubgefässen besprochen haben.

[345] Anführen müssen wir noch die kurze Bemerkung von Royer [3]) in der Flora der Côte d'Or. „Eine Orchis maculata L. ohne Lippe und ohne Sporn hatte vier Perigonblätter, zwei äussere und zwei innere und zwei Staubgefässe „mit zweilappigen Antheren.“ Durch „anthères bilobées“ soll wohl nur ausgedrückt werden, dass beide Staubbeutel zweifächrig waren. Auch betreffs der Stellung der Kelch- und der Kronenblätter, wie des Baues des Fruchtknotens, ist man auf Vermutungen aus dem Vergleich mit den vorhergehenden Formen angewiesen.

Diese, nicht zahlreichen, aber zum Teil sehr ausgezeichneten Blüten mit ringsgleichem Perigon geben der Annahme, dass wir in den Petalpelorien atavistische Rückschläge, nach der Urform der Orchideenblüte hin vor uns haben, einige Wahrscheinlichkeit. Nur können wir kaum annehmen, dass jede der jetzt ausgeprägten Arten — von den als solche behandelten Varietäten ganz abgesehen — aus einer eigenen Urform abzuleiten ist. Wir müssen daher erwarten, dass die unsere jetzigen Arten trennenden Unterschiede bei den pelorisch werdenden Blüten verschwinden. In der That sind bei denen von Platanthera chlorantha Rchb. und Pl. bifolia Rchb. die vom Wuchs, der Gestalt des Sporns und der Farbe der Perigonblätter hergenommenen Merkmale verschwunden und allein die Verschiedenheit der Staubbeutelfächer übrig geblieben. Bei andern Arten können wir ähnliche Schlüsse aus den Schicksalen machen, die diese Bildungsabweichungen gehabt haben.

Wir haben oben angeführt, dass ein so ausgezeichneter Kenner der normalen wie der verbildeten Orchideen, wie Maxwell Masters die von Jacob in den plantae Faversham enses aufgeführte gefüllte Orchis wiederholt als Orchis Morio L. bestimmt und später auch nicht weiter gekommen war, als zu der Bemerkung, sie sei den von Moore erhaltenen Orchis mascula L. ähnlicher, als Morren's Orchis Morio L. Hier lag nur eine Abbildung und eine unzureichende Beschreibung vor. Aber auch die Pflanzen selbst haben oft ihre charakteristischen Merkmale verloren. So erzählt Rasor [325] dass die von ihm bei Cambridge gefundenen Pflanzen von Orchis mascula L. mit sechs gleichen Perigonblättern von einem seiner botanischen Freunde als Epipactis purpurea bestimmt worden sei, dann von Dr. Hooker als pelorische Form von Orchis Morio L. oder O. mascula L., für welch letztere er sich zuletzt entschieden habe.

Die von Hocquart [304] als Serapias Athensis Hocq. in Wallroth's Herbarium als Aceras Hocquartii Wallr. und als Ophrys Hocquartii Wallr. bezeichnete Orchidee erkannte Celakovsky als halbpelorische Orchis Morio L.

---

[1]) Theriot. Terat. vég.

[2]) Ruthe. Orch. Traunstein. I, S. 73.

[3]) Royer. Côte-d' Or. p. 498.

Diese Beispiele würden sich durch Beobachtung an frischen Pflanzen sicher noch sehr vermehren lassen, wenn bei der Auffindung solcher, leider sehr seltener Vorkommnisse darauf geachtet würde.

IV. Umbildungen paariger Kronblätter in Staubgefässe.

Bei den verschiedenen Deutungen, welche die überzähligen Staubgefässe in der Orchideenblüte gefunden haben, die in Beziehung zu den inneren Perigonblättern stehen, ist es wünschenswert, für die Betrachtung derselben einen gesicherten Ausgangspunkt zu haben. Einen solchen bieten uns die anlässlich der Verwachsung ihrer drei Kelchblätter oben erwähnten (IV, 108—112) drei Blüten einer [346] Orchis latifolia L. Diese wichen von den übrigen, denen sie übrigens ganz ähnlich gebaut waren, noch dadurch ab, dass ihre zwei paarigen über dem Staubgefäss zusammenneigenden Kronblätter (k″, k‴) an ihrem vorderen Rande eine flache Bucht zeigten, an der sich die unverkennbare Anlage eines Staubbeutelfachs hinzog (108 s, s′; 111 s; 112). Diese hatte, wie man das unzählige Male beobachtet, das Gewebe des Blattes dort so in Anspruch genommen, dass es den ursprünglichen Umriss nicht mehr ausfüllen konnte. Bei dem einen Kronblatt der obersten Blüte war die Anlage nur durch eine braune Färbung und das ganz bezeichnende, fein gekörnelte Aussehen angedeutet, bei den andern durch eine starke Verdickung (s′), die mit, freilich nur schlecht ausgebildetem Pollen erfüllt war. Indess war dieser dem des gewöhnlichen Staubbeutels ähnlich, die Kaudikula besonders deutlich ausgebildet und bei mehreren war die Anschwellung der Länge nach aufgesprungen, so dass der körnige Inhalt frei dalag. Danach scheint es gewiss, dass sich im Vorderrande der Blättchen ein Staubbeutelfach zu bilden angefangen hat. Diese Blättchen gleichen nun aber in ihrer ganzen Beschaffenheit, ihrem zarten Gewebe, ihrer rosa Farbe, ihrer Gestalt und ihrer Stellung so sehr den paarigen Kronblättern, dass man sie schon desshalb kaum für halbverblattete Staubgefässe halten würde. Entscheidend ist aber, dass sie sich um das Säulchen so weit hinten herum ziehen, dass sie dort mit ihren Rändern zusammenstossen (110. 111). Dort könnten weder äussere noch innere Staubgefässe stehen. Bis zur Höhe des Schnäbelchens aber wachsen sie hier mit ihrer Innenfläche dem Säulchen an; ihre oberen Teile lassen, von hinten betrachtet, obwohl sie vermöge ihrer Vorwölbung verkürzt erscheinen, bestimmt erkennen, dass das gewöhnliche Staubgefäss (111, A′) vor ihnen steht, wie es bei paarigen Kronblättern zu erwarten war. Endlich können sie auch nicht aus den Oehrchen, den sogenannten Staminodien zu beiden Seiten des Säulchens hervorgegangen sein, denn diese sind zwar kleiner als gewöhnlich, aber deutlich vorhanden (108). Raum und Nahrungszufluss mag dieser Zellgruppe durch die Bildung des Staubfachs beschränkt worden sein. Man könnte in diesen drei Blüten eine Bestätigung der Annahme von Penzig [1]) sehen, dass wenn die paarigen Petala (unter dem Druck verwachsener Sepala oder auch ohne solchen Anlass) an das Gynostemium anwachsen und damit der Staminalregion genähert werden, es leicht verständlich ist, dass dann „stamenbildende Substanz" den jungen Kronblattanlagen zugeführt wird, welche in Folge dessen mehr oder weniger ausgebildete Antheren am Rande tragen. Wer sich indess mit der Wanderung solcher unwahrnehmbarer Stoffe nicht befreunden kann, für den liegt es näher sich vorzustellen, dass die Staubgefäss bildenden Kräfte in einzelnen Fällen vom Säulchen auf die angrenzenden paarigen Kronblätter übergreifen und in diesen die Entstehung von Staubfächern hervorrufen. Wenn ihre Wirkung weiter reicht, erzwingen sie die Annäherung oder selbst Verschmelzung des Grundes der Kronblätter mit dem Säulchen, das ja selbst auf ähnliche Weise aus Staubfaden und Griffel entstanden ist, und die mit grosser Zähigkeit bei vielen Umbildungen anderer Blütenteile festgehalten wird. Selbst die mit dieser Umänderung nicht selten verbundene Verwachsung der Kelchblätter unter sich, findet vielleicht in dem weiteren Umsichgreifen derselben Kraft ihre Erklärung. Jedenfalls hätten wir dann diese drei Abweichungen auf einen und denselben Grund zurückgeführt.

[1]) Penzig. Pfl. ter. II S. 334.

[347] Nicht ganz so weit vorgeschritten war die Bildung eines Staubfachs an den paarigen Kronblättern einer etwas abweichenden Orchis maculata L., die wir schon oben besprochen haben. Wir hatten dort schon bemerkt, dass trotz der Annäherung des Perigons an eine Pelorie, die drei oberen Perigonblätter ganz wie gewöhnlich über dem einen Staubgefäss zusammenneigten. (VI. 162 k″ k‴). Bei einer ganzen Anzahl dieser Blüten zeigten sich nun an den Vorderrändern der paarigen Kronblätter dunkelrote Stellen; bei andern braune Anschwellungen von Gestalt und Ansehen einzelner Staubbeutelfächer, mit Ballen von Blütenstaub gefüllt. (VI. 162, s); schwache derartige Anschwellungen waren hier und da auch zu beiden Seiten der schmalen Lippe nahe über deren Grunde bemerkbar.

[348] Ganz übereinstimmend mit den oben besprochenen von Orchis latifolia L. beschreibt Tanfani [1]) den Bau zweier Blüten einer Ophrys araneifera Huds. Bei der untersten Blüte der Ähre waren beide paarigen Kronblätter vorn unten mit dem Säulchen verwachsen, sichelförmig. In der Hälfte des nach vorn liegenden Ausschnitts öffnete sich ein kleines Fach, mit einer Pollenmasse, gleich der des normalen Staubbeutels und einer Caudicula — diese ist wohl unter „rostro“ zu verstehen, aber ohne Klebdrüse. In der zweiten Blüte war das linke Kronblatt unverändert, das rechte denen der ersten Blüte ähnlich, nur nicht sichelförmig und am vorderen Rande nur mit der Andeutung eines Pollenfachs.

[349] Bei Anacamptis pyramidalis Rich. fand Faggioli [2]) in einer dreizähligen Blüte am vorderen Rande des linken paarigen Kronblatts, das hier, nach dem Grundriss zu urteilen, mit dem Säulchen nicht zusammenhing, ein einzelnes Staubbeutelfach; eben so in einer unregelmässig zweizähligen und einigen verkümmerten Blüten von Gymnadenia conopea R. Br.

[350] Mit diesen Kronblättern stimmte ein, von dem Jesuiten Wolf [3]) in Maria-Laach in einer Blüte von Orchis mascula L. gefundenes so sehr überein, dass es wohl auch nichts anderes ist als diese. Wolf schloss daraus, dass hier das, auf der andern Seite des Säulchens vorhandene kleine Oehrchen fehlte, dass dieses sich zu einem Staubbeutelfach entwickelt hätte und der Länge nach mit dem paarigen Kronblatt verwachsen wäre. Dass das schon bei Orchis latifolia L. neben dem Staubfach tragenden Kronblatt sehr kleine Oehrchen hier fehlte, können wir uns aus der weiter vorgeschrittenen Ausbildung des Staubfachs wohl erklären, das viel und guten Blütenstaub enthielt; von einer Verwachsung desselben mit einem Kronblatt ist jedenfalls nichts zu erkennen. Aus dem Querschnitt erscheint das Staubfach als eine Anschwellung des Blattes, in das sie stetig übergeht; die seichte Furche am oberen Ende des Fachs auf dem Längsschnitt würde bei Orchis latifolia L. noch stärker hervortreten. Dass hier das Staubfach sich am hinteren Rande des Kronblatts findet, ist ungewöhnlich, steht aber, wie das folgende Beispiel zeigt, nicht allein da. Weitere Annäherungen bis zu völligen Umgestaltungen in regelmässige Staubgefässe sind bei zwei Arten von Ophrys gefunden worden.

[351] In der wegen der Verwachsung zweier Kelchblätter schon [114] erwähnten Blüte von Ophrys araneifera Huds., über die wir eine genaue Mitteilung W. G. Smith verdanken, war das vor diesen Kelchblättern stehende paarige Kronblatt dem Säulchen mit seinem hinteren Rande angewachsen, in Folge der längs desselben erfolgten Ausbildung eines Staubbeutelfachs, von der Grösse des normalen, so klein geblieben, dass seine vordere Seite nur noch als ein schmaler Streifen sich nach aussen umschlug. Unstreitig eben dadurch war das anliegende Fach des eigentlichen Staubgefässes in seiner Ausbildung so gehemmt worden, dass nur noch eine Spur desselben übrig geblieben war. Wie viel leichter kann ein so unbedeutendes Gebilde, wie die Oehrchen der Orchideen, in Folge der ungewöhnlichen Ausbildung eines andern Blütenteils, wie eines Staubgefässes ganz fehl schlagen.

[1]) Tanfani. Ophr. aran. p. 454.
[2]) Faggioli. Casi terat. p. 523, Fig. 17.
[3]) Wolf. Beitr. S. 267, 270, 301; Taf XVI, Fig. 5—7. Vgl. [199].

[352] Reichenbach [1]) hat dagegen in einer Blüte derselben Art das rechte Kronblatt eben so gross wie das linke gefunden, obgleich es an jeder Seite ein kleines Staubfach trug und in dieser Beziehung einem Staubgefässe näher kam, als die bisher genannten Vorstufen. Ob das Blättchen mit dem Säulchen im Zusammenhang gestanden hat war nicht zu erkennen.

[353] Bis zur Umwandlung in ein vollkommenes Staubgefäss hat Moggridge [2]) diesen Vorgang an Blüten derselben Ophrys araneifera Huds. von Mentone verfolgt: von dem Erscheinen eines Staubfachs am vorderen Rande, eines sonst wenig veränderten paarigen Kronblatts; der Fortbildung des Staubfachs, durch welche sich die Spitze des Blattes nach vorn innen biegt, bis es als schnabelförmige Fortsetzung des Mittelbandes sich über den Staubbeutel herüber biegt. Ueberall war es mit der Wand der Narbenhöhle, die wir als den Grundteil des Säulchens betrachten, verwachsen.

[354] Namentlich die letzten Blüten sind es, die uns veranlassen, die von Wydler [3]) eingehend behandelten dreimännigen Blüten einer Ophrys araneifera Huds. anders zu deuten, als der ausgezeichnete Morpholog. Von den sechs Blüten der Ähre war nur die unterste regelmässig; die folgenden näherten sich in sofern einer Labell-Pelorie, dass die Lippe kleiner als die Kelchblätter, lanzettlich und flach war, nur an den Rändern etwas nach unten umgeschlagen. Die Kelchblätter waren, wie bei der oben angeführten Orchis latifolia L., hinter dem Staubgefäss bis zur Hälfte mit einander verwachsen, nur bei der zweiten war [4]), wie oben bemerkt, das eine frei. In dieser wie in der ersten abweichenden Blüte stand in der Mitte eine kurze, rundliche Säule, die an ihrem oberen Rande drei vollkommene, zweifächrige, an der Spitze nach innen gekrümmte Staubbeutel trug, einen mittleren vor dem unpaaren Kelchblatt, die beiden seitlichen mit den Kelchblättern abwechselnd, also genau vor der Stelle, wo die paarigen Kronblätter gestanden haben würden, die in den abweichenden Blüten durchaus fehlten. Das legt uns schon die Vermutung nahe, dass sie selbst diese in Staubgefässe umgebildeten, seitlich mit dem Säulchen verwachsenen Kronblätter sein möchten. In diesem Sinne hat sich auch schon Magnus [5]) und Penzig [6]) ausgesprochen; und nur weil hier die beiden seitlichen Staubgefässe so unähnlich geworden sind, wie in keinem andern Beispiele, ziehen wir noch die folgende Blüte in Betracht. Hier trägt das Säulchen ebenfalls drei Staubbeutel: einen regelmässig zweifächrigen links, einen einfächrigen in der Mitte und einen eben solchen rechts. Diese beiden waren an der Vorderfläche eines, einem Kronblatt ähnlichen Blättchens angewachsen, das sich mit seiner Spitze noch etwas nach vorn über sie herüber wölbte, und unter dieser noch ein dickes aber kurzes, dicht mit Blütenstaub gefülltes Fach trug, das wir wohl noch dem rechts liegenden Staubbeutel zurechnen dürfen. Dann bliebe nur für den Abschnitt rechts ein ganz einfaches Staubfach übrig, wie wir es im Vorhergehenden bei Orchis latifolia L. und mehreren anderen Arten gefunden haben. Hier ist auch Wydler geneigt, dieses seitliche Staubgefäss als Umwandlung eines paarigen Kronblatts zu betrachten. Ist es nicht aber äusserst unwahrscheinlich, dass das Staubgefäss der anderen Seite einen andern Ursprung haben sollte? Diesem gleichen aber vollkommen die seitlichen der beiden vorhergehenden Blüten. Wir können daher alle nur als in Staubgefässe veränderte paarige Kronblätter ansehen.

[1]) Reichenbach. Icones, p. 91; Tab. 112, Fig. 2. In der Figur sieht es so aus, als stände das, die Staubfächer tragende Blättchen vor dem paarigen Kronblatt. Wir müssen hier mehr Gewicht auf die Worte Reichenbach's legen: „alterum phyllum laterale internum in antheram submutatum."

[2]) Moggridge. Abn. Ophr., p. 318; Pl. LXXII. A., Fig. 1—3.

[3]) Wydler. Orchid. triandr. p. 310. Vgl. [115]. [322].

[4]) Wir zählen hier, wie Wydler, nur die abweichenden Blüten, so dass unsere zweite, in der ganzen Aehre die dritte von unten ist.

[5]) Magnus. Terat. Mitt. II. S. 117.

[6]) Penzig. Pfl. ter. II. 363 f.

V. Umbildung der Lippe in Staubgefässe.

Verfolgen wir diese Vorkommnisse weiter, so treffen wir auf solche, bei denen ausser den paarigen Kronblättern auch das unpaare oder die Lippe wenigstens einen Ansatz zur Umbildung in ein Staubgefäss macht. Wir haben bereits vorhin eine Orchis maculata L. besprochen, bei der beiderseits über dem Grunde der kurzen zungenförmigen Lippe sich ganz ähnliche, wenn auch schwächere, Anschwellungen zeigten, wie die blütenstaubführenden an den paarigen Kronblättern. Gerade hier läge der Gedanke nahe, dass die Seitenlappen der Lippe fehlten, weil sie zur Bildung der Staubfächer verbraucht worden wären. Das ist aber dadurch ausgeschlossen, dass der grössere Teil dieser Lippen gar keine solche Staubfächer angelegt hat.

[355] Im Jahr 1807 hat His [1]), den Gérard einen amateur de botanique nennt, im Walde von Fontainebleau durch mehrere Jahre tausende von Pflanzen, einer Ophrys insectifera L. wahrscheinlich der O. fuciflora Rchb. gesammelt, deren Blüten — wohl weitaus die meisten — regelmässig waren; dann einzelne, deren paarige Kronblätter an einer Seite, die sich dann der Wand der Narbenhöhle näherte, ein Staubfach trugen, während die andere, davon freie Hälfte, unmittelbar am Kelch stehen blieb. Bei weitem häufiger war eins der paarigen Kronblätter, oder beide in vollkommene, dem gewöhnlichen gleiche Staubgefässe mit je zwei Fächern verwandelt, so dass zwei oder drei einander gleiche, am Grunde zusammenhängende, im oberen Teile der Blüte neben einander standen. Zuweilen endlich trug ausserdem noch die Lippe jederseits ein Staubfach, wodurch ein Teil derselben verbraucht und sie verschmälert erschien, weshalb His sie unbedenklich als ein viertes Staubgefäss ansah.

Offenbar überrascht von den zahlreichen, regelmässig an bestimmten Stellen auftretenden Staubgefässen, kam His zu der Ansicht, dass die Blütenhülle der Orchideen eigentlich nur aus den drei Kelchblättern bestehe, während die drei inneren Perigonblätter verblattete Staubgefässe seien. Die zwei den paarigen Kronblättern entsprechenden fand er dem gewöhnlichen Staubgefässe gleich, zuweilen schon teilweise verblattend; das der Lippe entsprechende noch blattähnlich, die beiden Staubfächer weit von einander entfernt an den Rändern.

So sonderbar es uns anmutet, dass hier eine seltene Ausnahme zur Regel gemacht, der gewöhnliche Blütenbau für eine Bildungsabweichung erklärt wird, so liegt darin doch nicht eigentlich das Befremdende dieser Vorstellung; denn die gelegentlich immer noch geltend gemachte Auffassung, dass die Seitenlappen der Lippe die verblatteten paarigen Staubgefässe des äusseren Wirtels seien, liegt in dieser Hinsicht nicht weit von ihr ab. His selbst hat sogar schon aus der Thatsache, dass drei Rippen des Fruchtknotens nach der oberen Hälfte seiner Blüten mit dem „alten“ und zwei „neuen“ Staubgefässen hingiengen, drei nach der unteren mit dem einen Lippen-Staubgefäss geschlossen, dass dieses noch zwei Staubgefässe enthalte, die man hoffen dürfe noch aufzufinden.

Wie weit aber seine Deutung der Orchideenblüte von unserer heutigen Auffassung derselben abweichen mag, so bleibt die von His an zahlreichen Blüten wiederholte Beobachtung von Wert, dass die an der Lippe sich bildenden Staubfächer, denen an den paarigen Kronblättern entstandenen fast ganz gleichen, wahrscheinlich also auch den gleichen Ursprung haben.

[356] Alle von His angegebenen Blütenformen hat siebzig Jahre später Lecoeur [2]) an einigen Pflanzen wahrscheinlich derselben Art, nämlich an Ophrys arachnites (O. fuciflora Rchb.) aus der

[1]) His. Ophr. ins. p. 241—249. av. 1 pl. — His heisst er in der Ueberschrift; in demselben Bande, table des matières, p. 320, und table générale. p. 477: Hiss; Achille Richard, in: Mém. de la soc. d'hist nat. de Paris I. 1823. p. 204, nennt ihr Hys.

[2]) Lecoeur. Note, p. 243—245.

Umgegend von Camembert in der Normandie wieder aufgefunden. Leider giebt der Verfasser statt klarer Beschreibungen nur Andeutungen, um daran seine eigentümlichen Ansichten über den Bau der Orchideenblüte anzuknüpfen. Wir beschränken uns darauf, die von His abweichenden anzuführen.

Die beiden, neben den gewöhnlichen stehenden Staubgefässe betrachtet Lecoeur als solche des inneren Wirtels, als deux masses polliniques tantôt sur le staminode de droite, tantôt sur le staminode de gauche, und dabei als mit den paarigen Kronblättern verwachsen. Von diesen ist freilich nichts übrig geblieben als das Schnäbelchen, das sich über den Staubbeutel herüberneigt, und dessen rosa Farbe seine „Identität" beweist. Ebenso betrachtete er auf Grund einiger weiteren bei Chambois gefundenen Blüten, in denen ausser diesen drei Staubgefässen noch ein einzelnes Staubfach an jeder Seite der, zu einem zungenförmigen Blättchen verschmälerten Lippe vorhanden war, diese als eine Verwachsung des dritten (unpaaren) Kronblatts mit drei weiteren Staubgefässen, von denen die seitlichen als die beiden paarigen des äusseren Wirtels angesehen werden, obgleich hier nie mehr als ein einfaches Staubfach, einem halben Staubbeutel entsprechend, gefunden wird.

Man sieht, diese Deutungen berühren sich mehrfach mit den einfacheren und weniger unnatürlichen von His. Die ihnen zu Grunde liegenden Thatsachen scheinen aber in beiden Fällen ausgezeichnete Beispiele für die stufenweise fortschreitende Umbildung paariger Kronblätter in vollständige Staubgefässe und für die, in ganz ähnlicher Weise vor sich gehende der Lippe, wenn diese auch wegen ihrer Breite dem gewöhnlichen Staubgefäss nicht gleich wird.

[357] In diese Reihe gehören endlich, wie ich glaube, die von Ruthe [1]) an Topfpflanzen von Orchis papilionacea L. beobachteten und genau beschriebenen Staubgefässrudimente an der Lippe. Die bogenförmige Erhöhung am Rande noch über deren Ursprung trat hier zahnartig hervor, war nach oben verdeckt und trug in einer Längsfurche, von einem violetten Häutchen bedeckt, einen kleinen länglichen Kolben, der sich bei genauerer Untersuchung als ein nicht ganz vollkommen entwickelter Staubkolben zeigte. Das Ganze entsprach nur einem einzelnen Staubbeutelfach. In zwei Blüten trug die Lippe an jeder Seite ein solches, in einer nur an einer Seite. Danach können wir annehmen, dass wir hier keine selbsständigen Staubgefässe, etwa die paarigen des äusseren Wirtels, vor uns haben, sondern Lippen, die am unteren Rande einzelne Staubfächer bilden, wie bei den vorhergehenden Arten sowohl an der Lippe als auch an den paarigen Kronblättern.

VI. Umbildung der Staubgefässe in Kronblätter.

Die bei weitem wichtigsten Umbildungen der Staubgefässe sind die in Kronblätter. Diese haben wir schon im Anschluss an die überzähligen Staubgefässe behandelt, da diese oft verblattet auftreten.

[358] Von besonderem Interesse sind aber auch hier die von Irmisch [2]) beobachteten, zurückgebliebenen, Pflanzen von Epipactis latifolia All., in deren kleinen Blüten der dünne Faden mit den nicht vollkommen ausgebildeten Staubbeutel am oberen Ende ganz frei da stand, völlig getrennt von den Anlagen von Griffel und Narben; denn so haben wir uns aller Wahrscheinlichkeit nach das Staubgefäss in der Urform der Orchideenblüte zu denken. Erst in weiter vorgeschrittenen Blüten, die sich in Grösse und Aussehen den gewöhnlichen annäherten, verwuchs der Staubfaden zugleich mit der Abgliederung und völligen Entwickelung des Staubbeutels, am Grunde mit dem vor ihm stehenden, Narbenlappen. Irmisch nennt diese Griffelblätter; wohl weil sie keine Spur von Narbenbildung zeigten

[1]) Ruthe. Orch. papil. p. III.
[2]) Siehe oben [286].

Indess sind sie die obersten Teile der Fruchtblätter und blattartig verbreitert und wir bezeichnen sie daher doch wohl am besten als Teile der Narbe in dem Sinne, dass es Stücke sind, an denen sich in weiter fortgeschrittenen Blüten die Narbenflächen gebildet haben.

VII. Umwandlung der Narben.

a. Vordere Narbenlappen in Blättchen.

Dass den Narbenlappen in einigen gefüllten Blüten die, innerhalb der verblatteten Staubgefässe noch folgenden Blumenblätter entsprechen mögen, ist bei diesen angeführt worden.

[359] Wahrscheinlich entsprechen den beiden vorderen derselben, die für gewöhnlich als kaum wahrnehmbare Höcker vorhanden sind, zwei unterhalb des Schnäbelchens nach vorn vortretende Blättchen (VI, 167, n) in einer Blüte der Gymnadenia conopea R. Br. von Wölfelsgrund mit stark gedrehtem Stengel. Sie war die unterste der Ähre, eine der seltenen Blüten ohne Lippe, die, wie namentlich die Zweizahl der Samenleisten im Fruchtknoten bewies (VI, 168), von vorn herein gar nicht angelegt worden war. Auch traten die, durch die Lippe sonst weit auseinander gedrängten paarigen Kelchblätter (c″, c‴) noch näher zusammen, als bei der ihr sonst sehr nahe stehenden Blüte von Csorba-See (III, 67). Alle drei Kelchblätter waren auffallend verbreitert, am meisten das unpaare (VI, 167, c′); doch auch das linke paarige (c″) erscheint nur so schmal, weil es stark nach hinten umgerollt ist. Dass wir die zwei vom Grunde des Schnäbelchens wagerecht nach vorn vortretenden, am Grunde noch etwas miteinander zusammenhängenden Blättchen (VI, 167, n) als Narbenlappen bezeichnet haben, gründet sich auf den Ort ihres Ursprungs und auf ihre Stellung vor den paarigen Kelchblättern. Ihre Oberfläche ist zudem glänzend wie die Narbe; jede läuft am Ende in einen kleinen, etwas nach oben gebogenen Höcker aus.

[360] Nur in unwesentlichen Punkten von diesen abweichend mögen nach den Angaben von Ridley [1]) in einigen der oben angeführten pelorischen Blüten von Platanthera bifolia Rchb. zwei, am Grunde des Säulchens entspringende, weisse, eiförmig längliche, stumpfe Blättchen gewesen sein, die sich gegenüber dem Säulchen nach oben krümmten. Er hält sie, gewiss mit Recht, für Narbenlappen, und vergleicht sie mit denen einiger tropischen Habenarien, wie der amerikanischen H. macroceras.

[361] Dagegen tragen die von Buchenau [2]) in einigen gleichfalls pelorischen Blüten von Platanthera chlorantha Rchb. gefundenen, an gleicher Stelle stehenden Blättchen einen wesentlich verschiedenen Charakter. Rechts und links unter dem normalen Gynostenium waren „zwei grüne, papillöse, hohle, bogig verlaufende Lappen (Narben?) angelegt, an denen sich gewöhnlich zwei Klebscheibchen als Andeutung der Antheren (aber ohne Pollen) fanden“. Das lässt eine sichere Deutung nicht zu.

b. Umbildung der Narbe in ein Staubgefäss.

[362] Endlich hat auch der hintere Narbenlappen einmal eine Umbildung erfahren. In einer Blüte der Ophrys araneifera Huds. von Mentone fand Moggridge [3]) den Schnabelfortsatz umgebildet in ein kleines Staubgefäss, nur halb so hoch, wie das gewöhnliche, zwischen dessen beiden Fächern es steht. Seine eigenen zwei Staubfächer sind aber gut ausgebildet, beide aufgesprungen und die Pollen-

[1]) Ridley. Peloria. p. 218.
[2]) Buchenau. Bildungsabw. S. 478.
[3]) Moggridge. Ophr. ins. p. 168; pl. 47, Fig. 1.

massen zwar ohne Caudiculä, aber aus gesund aussehenden, in der gewöhnlichen Weise durch elastische Fäden verbundenen Körnern zusammengesetzt. Der Vermutung von Penzig [1]), dass dieses Staubgefäss ein ausnahmsweise entwickeltes des inneren Wirtels sei, kann ich nicht beistimmen; denn es steht genau in der Mediane der Blüte, vor dem unpaaren Kelchblatt; wäre es aber das, sonst nie ohne die paarigen inneren Staubgefässe ausgebildete unpaare, so würde es kaum zwischen den Fächern des gewöhnlichen Staubbeutels stehen; jedenfalls aber müsste es seinen Rücken der Lippe, seine Staubfächer dem unpaaren Kelchblatt zuwenden, während hier das Umgekehrte stattfindet. Es scheint mir daher, dass wir bei der Deutung stehen bleiben müssen, die Moggridge seinem seltenen Funde gegeben hat.

[363] Auch ist dieser nicht der einzige seiner Art; denn Freyhold [2]) fand in der untersten Blüte einer Ähre von Limodorum abortivum Sw. unter anderem: eine vierte kleinere Anthere mit gut entwickelten Pollen, mitten vor der normalen, die sich als umgebildetes Rostellum erwies.

[1]) Penzig. Ph. ter. II. S. 364.
[2]) Freyhold. Lim. ab. S. XXVI. — Vgl. oben [244].

Nachtrag zu Seite 13/14.

Erst nachdem die Besprechung der von Herrn Professor Weiss in Manchester untersuchten androgynen Zapfen von Pinus Thunbergii schon gedruckt war, erhielt ich von demselben die überaus dankenswerte nähere Auskunft über die Stellung der Staubbeutel im Winkel der Deckschuppe. Herr Professor Weiss hat die Güte gehabt, seine Präparate darauf hin noch einmal durchzusehen und fand dabei, dass die Antherenfächer der axillaren (oberen) Schuppe auf deren der Zapfenspindel zugewendeten Seite standen; dass sie mit denen auf der Aussenseite der Deckschuppe übereinstimmen, also paarig angeordnet sein werden; man könne also annehmen, dass die Staubbeutel ebenso angeordnet sind, wie die Ovula normaler weiblicher Zapfen. Nach dieser Auffassung würde also das Bedenken schwinden, das man aus diesen merkwürdigen Umbildungen hätte gegen die Annahme herleiten können, dass die Staubbeutel tragende Schuppe im Winkel des Deckblatts einer, aus zwei Blättchen zusammengesetzten Fruchtschuppe entspreche.

Verzeichnis

der Beobachter und ihrer im Vorhergehenden abgekürzt angeführten Schriften.

Die in ( ) beigefügten Seitenzahlen sind die dieser Abhandlung.

Abel. Monstros. b. Orch. = A., Othenio: Einige neue Monstrositäten bei Orchideenblüthen (Ophrys aranif. Huds. und Orchis coriophora L.) in: Verhandl. d. K. K. zool.-bot. Ges. in Wien; Jahrg. 1897. (S. 33. 41. 56. 68. 85. 95. 97).

Bellynck. Orch. ustul. = B., A.: Note sur une Orchis ustulata L. à fleurs doubles, in: Bull. soc. roy. de Bot. de Belgique, t VI, N. 2. 1867. (S. 51. 75. 93).

Bogenhard. (S. 102).

Braun, Alex. (S. 80. 85).

— Indiv. d. Pfl. = Br., Alex.: Das Individuum der Pflanze. 1853. (S. 7).

— Polyembr. = Br., Alex.: Ueber Polyembryonie v. Caelebogyne. 1860. (S. 7).

– Leben = Alexander Braun's Leben von C. Mettenius. 1882. (S. 7. 8. 14. 16. 19).

Brongniart. Monstr. vég. = Br., Ad.: Examen de quelques cas de monstruosités végétales propres à éclairir la structure du pistil et l'origine des ovules; in: Annales des sciences nat. IIIe sér. Bot. Tome II. 1844. (S. 1).

Brown. Apostasia = Br., Rob.: Ueber die Gattung Apostasia; in: R. Br., Verm. Schriften, deutsch von Nees v. Esenbeck; Bd. V.(S. 77. 78. 81).

Buchenau. Bild. abw. = B., Fr.: Interessante Bildungsabweichungen; in: Abhandl., herausgeg. v. naturwiss. Ver. in Bremen; II. Bd. 1871. (S. 103. 116).
Eine Pelorie = B., Fr.: Eine Pelorie v. Platanthera bifolia L. Ebda X Bd. 1889. (S. 108),

Camus. Anomalie = C.: Anomalie è var. nella flora del Modenese; [Terza contribuzione] in Atti (Rendiconti) della Soc. d. Naturalisti di Modena, Ser III., Vol. III. 1886. Nach Penzig Pfl. terat. I. 26 u. II 360. (S. 66. 74).

Caspary. Abiet. = C., R.: De Abietinearum Carr. floris feminei struct. morphol. 1861. (S. 7. 8. 19).

— Pelor. = C., R.: Einige Pelorien; in: Verhandl. d. phys. ökon. Ges. in Königsberg I. 1860. (S. 107).

Cassini. Cirs. triceph. = C., Henri de: Description d'une monstruosité offerte par un individu de Cirsium tricephalodes De Cand. et considérations sur ce phénomène; in: Journal de physique, de chimie et d'hist. nat. Tome 89, Dec. 1819. Paris. (S. 24. 25).

— Cirs. pyren. = C., H. de: Observations sur des fleurs monstr. de Cirsium pyrenaicum; in: Bulletin des sciences de la soc. philom. de Paris d'Octobre 1822. (S. 24).

— Opusc. = C., H. de: Opuscules phytologiques. Tome I. II. Paris 1826. (S. 24. 25).

Celakovsky. Botan. Bericht. = C., Lad.: Botanische Berichtigungen; in: Lotos, Zeitschr. f. Naturw. 20. Jhg. Prag, 1870. (S. 102. 110).

— Cupula = C., Lad.: Ueber die Cupula und den Cupularfruchtknoten; in: Oesterr. bot. Zeitschr. 1874; N. 12. (S. 50).

– Kritik = C., Lad.: Zur Kritik der Ansichten von d. Fruchtschuppe der Abietin; in: Abhandl. d. Kgl. böhm. Ges. d. Wiss. VI. Folge, 11. Bd., Math. natw. Cl. N. 6. Prag 1882. (S. 14. 15).

— Eichlers Entgegn. = C., L.: Ueber Herrn A. W. Eichlers Entgegnung auf meine Kritik seiner Ansicht v. d. Fruchtschuppe d. Abietin. in: Sitzungsber. d. Kgl. böhm. Ges. 10. Nov. 1882. Prag. (S. 14).

– Gymnospermen. = C., L.: Die Gymnospermen; in: Abhandl. d Kgl. böhm. Ges. d. Wiss. VII. Folge, 4. Bd. — Matth. natw. Cl. I. Prag 1892. (S. 24).

Christ. Dr. (S. 73).

Clavaud. Orchis Morio = Cl., in: Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, Vol. XXXVI. 4e sér.. Tome VI.: Extraits des Comptes—rendus des séances. S. du 19 avr. 1882. Communications. Bordeaux 1882. (S. 95).

Clos. Fasc. d'obs. = Cl., D.: Fascicule d'observations de tératologie vég. in: Mémoires de l'Acad. imp. d. sciences, inscr. et belle lettres de Toulouse, Ve sér, Tome III. Toulouse 1859. (S. 60. 96).

— Terat. taxin. = Cl.: Essai de tératologie taxinomique ou des anomalies végét. considérées dans leurs rapports avec les divers degrés de la classification; in denselben Mémoires, 3e sér. Tome III. (pages 55—136) Toulouse 1871. — Die Zahlenangaben für diese und die vor-

hergehende Schrift stimmen nicht überein, ohne dass ich mit Hülfe der mir zu Gebote stehenden Sonderabdrücke den Fehler herausfinden könnte. (S. 41. 70. 101).

Clos. Anom. vég. = Cl.: Anomalies végétales; in: Revue des sciences nat. Janv. 1877. Montpellier. (S. 65. 88. 89. 106).

– Orch. mac. = Cl. in: Bull. de la Soc. bot. de France XXXVI. 1890. Session extraord. (S. 58).

Copineau, Ch., siehe Rasor. (S. 106).

Cornaz. (S. 93).

Cramer. Bild. abw. = Cr., C.: Bildungsabweichungen bei einigen wichtigeren Pflanzenfamilien und die morphologische Bedeutung des Pflanzeneies. Heft I. Zürich 1864. (S. 4. 51. 62. 91—93. 95).

Darwin. (S. 80).

Delpino. (S. 16. 19).

Duhamel. Orch. masc. = D. in: Bull. de la Société bot. de France. Tome XII. Séance du 27. Janv. 1865. Paris. (S. 43. 52. 54.)

Eichler. Stenzel, Fichtenz. = E., A. W.: G. Stenzel, Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen; in: Flora. Neue Reihe 34. Jahrg. 1876. (S. 20).

— Bth. d. Conif. = E.: Ueber die weibl. Blüthen der Coniferen; in: Monatsber. d. Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin, Nov. 1881. (S. 12).

— Fichtenzapfen = E.: Ueber Bildungsabweichungen bei Fichtenzapfen; in: Sitzber. ders. Ak. 1882. (S. 12. 13. 15. 16).

— Entgegn. = E.: Entgegnung auf Herrn L. Celakovsky's Kritik meiner Ansicht über die Fruchtschuppe d. Abietineen; in: Sitzungsber. d. Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin, 20. Juni 1882. (S. 12. 15. 16).

Engelmann. Flowers of Conif. I. = E., G.: The female flowers of Coniferae [Eichler]; in Amer. Journ. of Science, ed. Dana and Silliman, III. ser., Vol. XXIII. (whole n. CXXIII); Nos. 133—138; Jan.—Juni 1882; p. 418–421. (S. 16. 19).

— Flowers of Conif. II. = E., G.: The fem. fl. of. Conif. [Celakovsky]. Ebda. Vol. XXIV (= CXXIV); Nos. 139—144; July—Dec. 1882; p. 233. 234. (S. 7. 20).

Faggioli. (S. 97).

— Casi teratol. = F., Fausto: Di alcune casi teratologici nei fiori d'Orchidee indigene; in: Atti del congresso botanico internaz. di Genova 1892 (Gen. 1893). (S. 32. 34. 38. 45. 54. 56. 57. 61. 64. 69. 95. 96. 112).

Fermond. Fleurs doubles = F., Ch.: Considerations philos. sur les fleurs doubles; in: Bull. de la Soc. bot. de France; Tome XIX. (S. 93).

Fraser. Orch. Morio = Fr., I.: Orchis Morio with two columns, in: Journal of Botany, Vol. XXIV. 1886. (S. 76).

Freyhold. Metaschem. Orch. = Fr., E. v.,: Ueber metaschematische Orchideenblüten; in: Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg; 18. Jahrg. 1876. (S. 31).

– Ophr. aran. = Fr, E. v.: in denselben, 19. Jahrg. 1877. (S. 88).

— Limodor. ab. = Fr., E. v.: Beobachtungen an Limodorum abortivum. Ebda. (S. 79. 80. 84. 90. 91. 117).

— bot. Mitteil. = Fr.: kleinere botan. Mitteilungen über Orchideen, in: Tageblatt der 52. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte in Baden-Baden 1879. (S. 73. 105.)

Fries, Stenanth. = Fr., Th. M.: Om Stenanthus curviflorus Lönnr., in: Botaniska Notiser 1888 (Nach Just Zahresber., her. v. Koehne, Bd. 16 (1888); Berlin 1890, S. 580 u. 600; und 17 (1889), (S. 566). (S. 57).

Gadeceau. Orch. conop. = G., E.: Note sur une série d'anomalies observée sur un pied de l'Orchis conopea L. (S. 76).

Geisenheyner. Ophr. musc. = G.: Ueber eine zweizähl. Pelorie von Ophrys muscifera Huds. in: Mitteilungen d. Thür. bot. Ver., neue Folge, Heft VII. 1895. (S. 87. 109).

— Abn. Orch. = G.: Abnorme Orchideenblüten, in: Leimbach, deutsche bot. Monatsschr., 1900, N. 8. (S. 67. 88).

Gérard. Diagr. Orch. = G., R.: Sur l'homologie et le diagramme des Orchidées in: Ann. sciences nat. VIe sér., Bot. Tome VIII. Paris 1879. (S. 80. 114).

Goebel. Entw. gesch. = G., K.: Vergleichende Entwickelungsgesch. d. Pflanzenorgane; in Encyclop. d. Naturwiss., Trewendt 1884. (S. 2. 3. 20. 21. 24. 25. 26. 27. 28).

Godefrin. (S. 107).

Goethe. Metam. = G., J. W.: Versuch, die Metamorphose d. Pflanzen zu erklären. Gotha 1790 (S. 1).

Gray. Ophr. ap. = Gr., J. E; in Annals and Magazine of nat. hist. Vol. XII; 1843. (S. 56. 83. 86. 105).

Greville. Fl. Edin. = Gr., Rob. Kay: Flora Edinensis or description of plants growing near Edinburgh. Ed. 1824. (S. 98).

Halacsy u. Braun. Nachtr. = H., E. v. und Br. H.: Nachträge zur Flora von Nieder-Oesterreich. Wien 1882. (S. 101. 102.)

Hauhard. (S. 98.)

Hausmann. Fl. v. Tirol = H., Fr. Freih. v.: Flora v. Tirol; 2. Heft, Innsbruck 1852. (S. 101).

— Botan. Durchf. = H.: Botanische Durchforschung Tirols i. J. 1854; in: Oesterreich. botan. Wochenblatt V. 1855. (S. 101. 108).

Hegetschweiler. Fl. d. Schweiz = H.: Flora d. Schweiz; fortgesetzt u. herausg. v. Heer. Zürich 1840. (S. 104).

Heinricher. Cyprip. = H., E.: Neue Beiträge zur Pflanzen-Teratologie und Blüten-Morphologie in: Oesterreich. bot. Zeitschr. 1891, N. 2, m. 3 Fig. (S. 73. 93. 106).

— Plat. bif. = H., ebenda, 1894 (?) — (S. 108).

Hellweger. (S. 101).

Hemsley. (S. 74).

Henslow. Hab. chlor. = H., J. S.: Monstrous development in Habenaria chlorantha, in: Journal of the proceedings of the Linnean Society. Botany. Vol. II., London 1858. (S. 56. 84).

Hildebrand. (S. 98).

— Fr. d. Orch. = H., F.: Die Fruchtbildung der Orchideen, ein Beweis für die doppelte Wirkung des Pollen, in: Botan. Zeitung v. Mohl u. Schl. 1863. (S. 70. 71).

His. Ophr. ins. = H.: Lettre à l'Institut, in: Journal de physique, de chimie et d'hist nat., Juill. 1807. Tome 65. Paris. (S. 114. 115).

Hochstetter. Orchid., = H.: Merkwürdige Beobachtungen an einigen Orchideen, in: Flora od. bot. Zeitung. 8. Jahrg. 1825. (S. 80. 81).

Hocquart. Fl. de Jemappe = H.: Flore de Jemappe 1814 (nach Celakovsky: botan. Berichtig). (S. 110).

Hofmeister. Vergl. Unters. = H., W.: Vergleichende Untersuchungen d. Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung d. höh. Kryptog. u. Samenbild. der Conif. 1851. (S. 21).

— In Flora od. botan Zeitung 1863. (S. 21).

— Allg. Morph. = H.: Allgemeine Morphologie der Gewächse. 1868. (S. 88).

Hooker. (S. 110).

Irmisch. Epipactis = I., Thilo: Bemerkungen über die Epipactis-Arten der deutschen Flora; in: Linnaea, 16. Bd. 1842. (S. 100. 115).

Jacob. Plantae Faversham. = J.: Catalogue of the plants of Faversham. London, 1777. [Nach Masters, in: Journal of botany II. 1864, p. 344]. (S. 93. 110).

Jäger. Missbild. = J., Georg: Ueber die Missbildungen der Gewächse. Stuttg. 1814. (S. 25. 27).

Jenner. Pelor. = J., I. A. H.: Peloria in Ophrys apifera Hds.; in: Journal of botany, Vol. XXIV. 1886. (S. 105).

Keissler. Androg. Fichtenz. = K., Dr. Karl: Ueber einen androgynen Fichtenzapfen, in: Oesterr. bot. Zeitschr. 1899, N. 8. (S. 13. 19).

Kirschleger. Teratol. Not. = K.: Teratologische Notizen, in: Flora od. botan. Zeitung, 27. Jahrg. Bd. 1. 1844. (S. 71. 88. 90).

— Durchwachs. Nelk. = K.: Ueber durchwachsene Nelken und einige andere pflanzl. Missbildungen; ebda., 28. Jahrg. 1845. (S. 89. 100).

— Essai hist. = K.: Essai historique de Tératologie végétale. Strasb. 1845. (S. 90).

Kros. De spira = Kr., Simon: De spira in plantis conspicua. Groeningen 1845 [nach Ch. Morren, Lobelia 1851, p. 115, und de Vries, Zwangsdrehungen S. 159]. (S. 59).

Lasius. (S. 98).

Lecoeur. Note = L.: Note sur l'Herminium Monorchis et étude du zygomorph. de la fleur des Orchid. en gén. et de celle des Ophryd. indig. en partic., in: Bull. de la Société Linnéenne de Normandie 3e sér. [durch Druckfehler: 4e s.], 6e Vol., 1881—82. Caen 1882. (S. 114. 115).

Leimbach. (S. 85).

Lönnroth. Sten. curv. = L., in: Kongliga Svenska Vetenskaps-Akadem. Förhandl., u. Fries, Th. M., in: Botaniska Notiser 1888, p. 224 - 226, in Just Jahresber. 16. Bd. (1888), Berlin 1890, S. 580 u. 600; und 17. Bd. (1889), S. 566 (S. 57).

Luizet. In Bulletin de la soc. bot. de France. XXXIII. 1886. p. 310 (nach Penzig, Pfl. ter. II. S. 365. (S 65).

Magnus. Zwei Orchid. bth. = M., P.: Zwei monströse Orchideenblüthen; in: Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 21. Jahrg. 1879. (S. 42).

— Terat. Mitt. = M., P.: Die Ausbildung der Glieder des inneren Petalenkreises der Orchid. in Abhängigk. v. d. Anwachsen . . . . an die Griffelsäule. Ebda., 24. Jahrg. 1882. (S. 113).

— Mehrere Lab. = M., P.: Ueber zygomorphe Orchideenblüthen mit mehreren Labellen; in: Sitzber. d. Ges. naturf. Freunde in Berlin. 1885, 21. Juli. (S. 74).

– Cephal. rubra = M., P.: Ueber eine v. Ruthe erhalt. Cephalanthera rubra mit 2—3 Labellen; in Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg. 33. Jhg. 1891. (S. 70. 74).

Martius. Mittheil. Siehe Schreber.

Massalongo. Note = M., C.: Note teratolog. in: Nuovo giornale botan. ital. Vol. XXII. 1890. Fasc. I. (S. 32. 51. 66. 99).

Masters. Orch. pyr. = M., Maxw. T.: Corresp. in: Journ. of. bot. Vol. II. 1864. (S. 51. 92. 93).

— Pelor. = M., Maxw.: On a peloria and semidouble flower of Ophrys aranifera Huds.; in: Journal of the Linnean Soc. Bot. Vol. VIII. 1865. (S. 71. 90. 92. 93. 97).

Double fl. = M., Maxw.: On a double flower. Orchis mascula. Ebda. Vol. IX. 1866. (S. 50. 92. 93).

Sciadopitys = M., Maxw.: On the comparative morphology of Sciadopitys; in: Journal of bot. Vol. XXII. 1884. (S. 17).

— In Gardeners Chronicle. 1878. (S. 85).

— Orchids double = M. T. M.: Orchids double and single; in Gard. Chron. 1885. I. (S. 93).

Masters. Pfl. Ter. = M., Maxw.: Pflanzen-Teratologie, deutsch v. Udo Dammer. 1886. (S. 5. 27. 35. 41. 56. 66. 74. 75. 91. 94. 99. 100).

Mettenius. Orch. masc. = M., G. H. in: Reichenbach. Icones florae Germ. Vol. XIII. XIV. (S. 56)

— (Limod. ab). (S. 79).

Milde. Gefässkrypt. = M., Julius: Die Gefässkryptogamen Schlesiens; in: Nova Acta Acad. Leop. Carol. N. C. XVI. 1858. (S. 3).

— Botrych. = M., Jul.: Monographia Botrychiorum; in Verh. d. zool. bot. Ges. in Wien. Bd. XIX. 1869. (S. 3).

Moggridge. Trah. (S. 41).

Ophr. insectif. = M., Trah.: Monstrosities in Ophrys insetifera L. in: Journal of Bot. IV. 1886. (S. 75. 116).

— Abn. Ophrys. = M., Trah.: Some abnormal forms of Ophrys. Ebda. V. 1867. (S. 84. 113).

Mohl. Hugo. (S. 7).

— Anth. in Carp. = M., Hugo: Beobachtungen über die Umwandlung von Antheren in Carpelle (1836); in Vermischte Schriften 1845. (S. 1).

— Conif. = M., Hugo: Ueber die männlichen Blüthen der Coniferen. Ebda. (S. 13).

Moore. Orch. pyr. = M., Dav.: Orchis pyramidalis flore pleno; in Journ. of Bot. II. 1864. (S. 92).

Orch. masc. = M., D.: On Orchis mascula with double flowers. Ebda. III. 1865. (S. 50. 92).

Moquin-Tandon. Pfl.-Ter. = M.-T.: Pflanzen-Teratologie, a. d. Französ. v. Schauer. 1842. (S. 4. 27. 93. 99).

Morren. Lobelia = M., Charles: Lobelia, recueil d'observ. de bot. et spec. de térat. vég. 1851. in Bull. Ac. roy. de Belgique XVIII. N. 1. (S. 59. Anm.).

— Clusia = M.: Clusia, recueil d'observations de tératol. végét. 1852—1874. (S. 69. 74. 91. 110).

Mott. Ophr. ap. = M., I. T.: Variety of Ophrys apifera; in: Journ. of bot. XX (new series XI), 1882. (S. 105).

Mühlich. Nachtr. = M., Alois: Nachträge z. Flora Nieder-Oesterreichs; in: Verhandl. d. K. K. zool.-botan. Ges. in Wien. XXIX. Bd., Jahrg. 1879. Wien 1880. (S. 66. 75. 98).

Müller. Gymnad. = M., C.: Fasciationserscheinung an einer Gymnadenia conopea; in: Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 19. Jahrg. 1877. (S. 64).

Mürle. (S. 98)

Murr. Farbenspielart. = M., Jos: Ueber Farbenspielarten u. Aehnliches aus Nordtirol; in: Deutsche botan. Monatsschr. V. Jahrg. 1887. (S. 93. 101).

Mutel. Flore franç. = M., A.: Flore française. Tome III. Paris 1836. (S. 106. 107 108)

Neuman. Studier = N., L. M.: Studier öfver Skånes och Halland's flora; in: Botan. Notiser för år 1883, utgivne af O. Nordstedt, Lund (S. 101. [Nordstedt] —108).

Noll. Abiet.—Zapf. = N.: Ueber den morpholog. Aufbau des Abietineenzapfens; in: Sitzber. d. niederrhein. Ges. für Natur- u. Heilkunde zu Bonn; Sitz. d. natw. Sekt 21. Mai 1894 (S. 8. 19. 22. 23).

Nordsted. Orch. masc. = N., Dr. O.; in: Neuman, Studier; siehe diesen. (S. 101).

Noulet. (S. 99).

Örsted. Bidrag. = Ö., A. S.: Bidrag til Naaletraeernes Morphologi. Meddelt i Martsmöderne 1864; in Naturhist. Foren. Videnskabl. Meddelelser 1864. (S. 8. 9. 19).

— Gymnosperm. = Ö.: Den tilbageskridende Metamorfose som normal Udviklingsgang, naermest med Hensyn til Tydningen af Gymnospermernes Blomster. Meddelt i Möderne d.

7de og 21de Febr. 1868 samt den 26de Febr. 1869; in: Videnskabl. Meddelelser fra den naturhist. Forening i Kjöbenhavn. 1868 (S. 13. 18. 19).

Ortmann. Plat. chlor. = O., A.: Atavismus in den Blüten von Platanthera chlorantha Custer; in: Mitteil. d. geogr. Ges. f. Thüringen zu Jena; 3. Bd. 1885. (S. 86. 103)

Parlatore. Abies Brun. = P., Th.: Note sur une monstruosité des cônes de l'Abies Brunoniana Wall.; Pl. 13, Fig. A., in: Annales d. sciences nat. IVe sér. Bot. Tome XVI. 1860. (S. 15. 19).

— Studi organogr. = P., Studi organografici sui fiori e sui frutti delle Conifere. Estr. dagli Annali del R. Museo di Storia nat. di Firenze anno 1864. (Tav. II. 36—44 sind aus dem vorigen Aufsatze wiederholt). (S. 19).

Payer. (S. 21).

Penzig. Anomalie = P., O.: Cenni sopra alcune anomalie osservate nei fiori d'Orchidee; in: Rendiconti d. Soc. dei Natural. a Modena. Ser. III. Vol. I. Modena 1883. (S. 83).

— Note teratol. = P., O.: Note teratologiche; in: Malpighia, anno I. fasc. III. Messina 1886. (S. 40. 62. 109).

— Consid. = P.: Considérations générales sur les anomalies des Orchidées; in: Mém. d. l. Société nationale des Sciences nat. et math. de Cherbourg. Tome XXIX. 1894. (S. 29. 31. 32. 61. 74. 75. 90. 96. 98. 109).

— Pfl. terat. = P.: Pflanzenteratologie. 2 Bde. Genua. 1894 (S. 16. 29 31. 32. 40. 41. 60. 66. 73. 74. 75. 85. 90. 94. 96. 97. 99. 109. 111).

Petermann. Beitr. = P., W. L.: Beiträge z. deutschen Flora; in: Flora od. botan. Zeitung. Jahrg. XXVII. 1844, Bd. 1. (S. 101).

Peyritsch. (S. 3 25. 68).

— Ophr. arachn. = P., J.: in einem Bericht über e. Mitteil. v. H. W. Reichardt, in: Just, Jahresber., 3. Jahrg. 1875. (S. 107)

– Epipactis = P.: in e. Bericht über Freyhold, in dems., 4 Jahrg. 1876. (S. 68).

Pfitzer. Studien = Pf., P.: Morpholog. Studien über d. Orchideenblüthe. Heidelberg, 1886. (S. 31. 48. 78.)

– Limodor. = Pf.: Ueber Limodorum abortivum; in: Tageblatt d. Versamml. deutscher Naturf. u. Aerzte in Wiesbaden, 1887. (S. 82).

— Entwickel. = Pf. Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Orchideenblüthe; in: Pringsheim's Jahrbüchern f. wiss. Bot. XIX. 1888. (S. 77. 78. 79. 80. 100).

Poiret. Orch. pelor. = P., J. L. Marie: Ueber eine Orchis pélorié; in: Encyclop. méthod. — Bot. par Lamarck; contin. par Poiret; Supplement, IV. Paris 1816. (S. 96. 103).

Prillieux. Epid. Stamf. = Pr.: Note sur des fleurs monstrueuses dimères et monomères d'Epidendron Stamfordianum; in: Bull. de la Soc. botan. de France. VIII. 1861. (S. 41.)

Rasor. Pélorie = R., John: Pélorie d'Orchis mascula; traduit de „Science Gossip" par Ch. Copineau; in: Bull. de la Soc. Linn. du Nord de la France. Tome VII. 1884/85. Amiens. (S. 106. 110).

Reichardt. Ophr. arachn. = R., H. W. (pelorische Ophrys arachnites Reichard) in: Verhandl. d. K. K. zool. bot. Ges. in Wien. XXV. Bd., Jahrg. 1875. Wien 1876. (S. 98).

Reichenbach. Icones = R., L.: Icones florae Germanicae et Helveticae, Vol. XIII. XIV. auctore H. G. Reichenbach fil. — Mit Taf. CCCLIII—DXXII; für Vol. XIII. XIV.: 1—170. Lips. 1851. (S. 68. 101. 102. 104. 113).

Richard. Orch. latif. = R., Ach.: Notice sur une monstruosité remarquable des fleurs de l'Orchis latifolia L., in: Mém. de la soc. d'hist. nat. de Paris. Tome I. 1823. (S. 86. 87. 107).

Ridley. Peloria = R., H. N.: Peloria in Habenaria bifolia Br., in: Journ. of bot., Vol. XXIII. 1885. (S. 108. 116).

Röper. Norm. u. Abn. = R., Joh.: Normales u. Abnormes, in Botan. Zeitung 1852. (S. 39. 49. 82).

Royer. Côte—d'or = R., Ch.: Flore de la Côte—d'Or, avec déterminations par les parties souterraines. Tome II. Paris 1883. (S. 110).

Ruppert. (S. 89).

Ruthe. (S. 33).

Orch. papil. = R., R.: Ueber Staubgefässrudimente am Lab. von Orch. papilionacea; in Verh. d. botan. Ver. d. Prov. Brandenburg. XXXIII. Jahrg.; 1891 Berlin 1892. (S. 115).

Orch. Traunstein. I. = R., in: Deutsche botan. Monatschr. 1895; nach Schulze, M., Nachträge zu: Die Orchid. Deutschl. I. (Siehe Schulze, M.). (S. 87).

Orch. Traunst. II. = R., in Schulze, M., weitere Nachträge zu: Die Orchidac. Deutschl., in: Oesterr. bot. Zeitschr., Jahrg. 1898, N. 2. 3. (S. 95. 110).

S. Haben. bif. = S., G. E.: Variety of Habenaria bifolia; in: Phytologist, a botanical Journal. VI. London 1862. (S. 109).

Sachs. Lehrb. = S., Julius: Lehrbuch d. Botanik; 1. Aufl. Leipz. 1868. (S. 2).

— Stoff u. Form = S., Stoff und Form der Pflanzenorgane; in: Arbeiten des botan. Instituts in Würzburg, Bd. II, Heft 3., N. XVII. 1880. (S. 53).

- Physiol. Not. = S., Physiologische Notizen. VII., in: Flora od. allgem. botan. Zeitung. 77. Bd., Jahrg. 1893, Heft IV. (S. 2. 20).

Saint-Hilaire. Leçons = St.-H., Augustin de: Leçons de Botanique. Paris, 1841. (S. 24. 25).

Saint-Pierre. Ophr. aran. = St.-P., Germain de: Fleurs monstrueuses . . . d'Ophrys aranifera specularia; in: Bull. de la Soc. bot. de France, Tome XXIII. Paris 1876. Session extraord. à Lyon, Juin-Juill. 1876. (S. 52).

Aceras anthr. = St.-P.,: Fleur double chez un Aceras anthropophora; ebda. (S. 71).

Schacht. Herm. (S. 89).

Schauer, I. C. (S. 4).

Scheutz. Bidrag = Sch., N. I.: Spridda växt geographiska bidrag; in: Botan. Notiser för är 1884. Lund. (S. 108).

Schleiden u. Vogel. Legum. = Schl., M. I. und V., Th.: Beiträge zur Entwickelungsgesch. d. Blütenteile der Leguminosen; in: Nova Acta Ac. Leop. Carol. N. C. Tom. XIX. (Verhandl. Bd. 11), 1839. (S. 1).

Schleiden. Grundz. = Schl., M. I.: Grundzüge d. wissenschaftl. Bot. (1. Aufl.) 1842. 43. (S. 1).

Schreber. Orch. Morio = Schr.: Mitteil. v. Martius; in: Flora, 8. Jahrg. 1. Bd. 1825. (S. 85).

Schulze. Orch. Jena = Sch., Max: Formen u. Bastarde von Orchideen aus der Flora Jena's; in: Irmischia, II. Jahrg. 1882. (S. 65. 76. 101).

— Orchid. Dtschl. = Sch., M.: Die Orchidaceen Deutschlands, Deutsch-Oesterr. u. d. Schweiz. (Am Schluss) Nachträge u. Berichtigungen. 1894. (S. 57. 66. 72. 73. 75. 76. 89. 98. 101. 102. 104).

— Nachträge I. = Sch., M.: Nachträge zu: Die Orchid. Deutschl. I; in: Mitteil. d. Thüring. bot. Ver., Neue Folge, Heft X. 1897. (S. 62).

— Nachtr. II. = Sch., M.: Weitere Nachtr. zu: Die Orchid. Deutschl. II., in: Oesterr. bot. Zeitschr., Jahrg. 1898, N. 2. 3. (S. 85. 86. 87. 105).

- Nachtr. III. = Sch., M.: Nachtr. zu: Die Orchid. Deutschl. III., in: Oesterr. botan. Zeitschr. Jahrg. 1899, N. 6—8. (S. 89. 105).

Schumann. Blüt. morph. = Sch., K.: Beiträge zur vergleichenden Blütenmorphologie; in: Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. XVIII. 1887. (S. 5. 23).

Seubert. Tetram. Orch. = S., Moritz: Beschreibung einer tetrameren Orchisblüte; in: Linnaea v. Schlechtendal, Bd. XVI. 1842 (S. 68).

Seydler. Platanth. mont. = S.: Ueber eine Platanthera montana Rchb. fil. ohne Sporn; in: Schriften d. phys. ökon. Ges. z. Königsberg. XI. 1870. (S. 104).

Siegert. Plat. bif. = S. in: Wimmer, Beiträge z. schles. Flora; in: Uebers. d. Arbeiten u. Veränder. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur i. J. 1848. (S. 108).

Smith. Catalogue = Sm., G. E.: A catalogue of rare or remarkable phaenog. plants collected in South Kent, with descriptive notices and observations. London. 1829. p. 55. 56. (S. 35. 38).

Smith. Abn. Ophrys = Sm., W. G.: (Abnorm. Ophr. aranifera) in: Journ. of bot. Tome V. 1866. (S. 55. 112).

Soyer-Willemet. Observat. = S.-W., H. F.: Observations sur quelques plantes de France. Nancy 1828. (S. 103. 107).

Stenzel. Blatt u. Stamm = St., K. G.: Betrachtungen über die Grenze zu Blatt u. Stamm; in Flora od. bot. Zeit. 1864. (S. 21).

— Nadelhölzer = St.: Einige Beobachtungen über den Fruchtbau der Nadelhölzer; in: Jahresber. d. Schles. Ges. f. vat. Cult. i. J. 1865. (S. 11).

— Durchw. Fichtenz. = St.: Beobachtungen an durchwachsenen Fichtenzapfen; in: Nova Acta Ac. C. Leop. Car. Nat. Curios. Bd. XXXVIII. N. 3. 1876. (S. 7. 13. 14. 15. 16. 19. 26).

— Zweizähl. Orch. = St.: Ueber zweizählige Orchideenblüten; in Jahresber. d. Schles. Ges. f. vat. Cult. für 1890. II, natw. Abteil. (S. 34).

— Abweich. Orchblten. = St.: Ueber abweichende Blüten von Orchideen. Ebda: 1893, II., 6. botan. Section. (S. 33. 68).

Strasburger. Coniferen: = Str., Ed.: Die Coniferen u. Gnetaceen. Jena 1872. (S. 19).

— Angiosp. u. Gymn. = Str.: Die Angiospermen u. die Gymnospermen Jena 1879. (S. 2. 11. 19)

Tanfani. Ophr. aran. = T., E.: Sopra una mostruositá di Ophrys aranifera; in: Nuovo giornale bot. ital. e Boll. della Soc. bot. ital. Vol. XXI. Fir. 1889. (S. 112).

Tausch. Ophr. purp. = T., I. F.: Plantarum minus cognitarum descriptio; in: Flora od. allgem. bot. Zeitg. XIV. Jahrg., 1. Bd. 1831. (S. 104).

Theriot. Térat. vég. = Th., I.: Quelques faits de tératologie végétale, observés pendant l'année 1887; in: Bull. de la Société des Arts de la Sarthe. 1888. Le Mans. 9. p. 8°. [Nach Just, Jahresber. 16,1 (1888), Berlin 1890, S. 584 u. 598]. (S. 44. 79. 87. 110).

Thiry. (S. 79).

Tripet. Orchid. = Tr., F.: Une Orchidée à fleurs doubles; in: Berichte d. schweizer. bot. Ges. Heft VI.; Bern, 1896. (S. 86). nach: Rameau de Sapin; Organe du Club Jurassique; 29e ann., N. 8, p. 31. [nicht gesehen]. (S. 93).

Velenovsky. Abiet. = V., Dr. I.: Zur Deutung d. Fruchtschuppe der Abietineen; in Flora, 71. Jahrg. 1888. (S. 8. 19).

— Morphol. Beob. = V.: Morphologische Beobachtungen; in Flora, 70. Jahrg. 1887. (S. 68).

Vrtes. Zwangsdreh. = Vr., Hugo de.: Monographie der Zwangsdrehungen: in: Pringsheim's Jahrbücher f. w. Bot., Bd. XXIII. Heft 1. 2. 1891. (S. 59. 60).

Wallroth. (S. 102. 110).

Warner. Cephalanth gr. = W., F. I.: Abnormal flower of Cephalanthera grandiflora; in: Journ. of bot. Vol. XI, (New series Vol. II), 1873. (S. 70. 89).

Weber. Orch. Morio = W.; in: Zürich und Umgebung. Heimatskunde, herausg. v. Lehrerverein Zürich. 1883. [Nach M. Schulze, Orchidaceen Deutschlands. 3]. (S. 98).

Webster. Orch. masc. = W.: Courious spike of Orchis mascula; in: Gardener's Chron., New ser. Vol. XXIII. 1. 1885. (S. 85).

Weiss. Androg. cones = W., E.: On androgynous cones in Pinus Thunbergii (Massoniana) and some remarks on their Morphology; in: Report of the sixtieth meeting of the British association for the advancement of science held at Leeds in Sept. 1890. London 1891. (S. 13. 117).

Wiesbauer. (S. 107).

Wigand. Kritik = W., Alb.: Kritik und Geschichte der Lehre von der Metamorphose der Pflanze. 1846. (S. 2).

— Grundleg. = W.: Grundlegung der Pflanzenteratologie. 1850. (S. 2. 4. 17. 18. 21. 29. 53).

— Beiträge = W.: Beiträge zur Pflanzenteratologie; in: Flora od. bot. Zeitung 1856. (S. 102).

Willkomm. Abietin.-Zapf. = W., Dr. Moritz: Zur Morphologie der samentragenden Schuppe des Abietineen-Zapfens; in: Nova Acta Ac. C. Leop. Car. N. C., Bd. XLI, P. II. N. 5. (S. 11. 19).

Wilms. Cyprip. = W.: Ueber Cypriped. Calceolus mit verkümmertem Labellum; in: Verhandl. des naturhist. Ver. d. preuss. Rheinl. u. Westf. XXXI. Jahrg. (4. Folge, 1. Jahrg.) Bonn 1874; Corresp. blatt. — Ders. in: XXXIV. Jahrg. 1877. (S. 34).

Wimmer. Siehe Siegert.

Wirtgen. Flora = W.: Flora der preuss. Rheinprovinz. Bonn 1857. (S. 100).

Wolf. Beitr. = W., Th., S. I., Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Orchideenblüte, mit bes. Berücksicht. d. bursicula u. des retinaculums; in: Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. IV. 1865. 1866. (S. 79. 112).

Wydler. Orchid. triandr. = W., H.: Notice sur quelques Orchidées devenues accidentellement triandres; in: Guillemin, Archives de Botanique, Tome II. Paris 1833. — Die Beschreibung der abweich. Blüten der Ophrys aranif. ist abgedruckt in Magnus, teratol. Mitt. II. in: Verh. d. bot. Ver. d. Pr. Brandenburg, XXIV. 1882. S. 117. (S. 56. 82. 105. 113).

— Morphol. Mitt. = W.: Morphologische Mitteilungen; in: Flora od. bot. Zeitg. 40. Jahrg. 1857. (S. 27. 40).

Verzeichnis der Pflanzennamen.

Es bedeutet:

(ba) blattlose Axen.
(1.b) einblättrige Blüten.
(2.b) zweiblättrige Blüten.
(c) Kelchblätter: Umbildungen.
(gf) gefüllte Blüten.
(k) Kronblätter: Umbildungen.
(L) Laubblätter: Verwachsungen.
(l.0) Lippe fehlt.
(lp) Labellpelorien.
(n) Narbe: Umbildungen.
(pp) Petalpelorien.
(sb) Staubgefässe.
(sp) Spaltungen.
(vw) Verwachsungen.
(2.z) zweizählige Blüten.
(4.z) vierzählige Blüten.
(5.z) fünfzählige Blüten.
(zw) Zwillingsblüten.

Abies Brunoniana: 15. 19.
Aceras anthropophora: (5.z) 71. — (c) 96.
„ Hocquartii: 110.
Allium: 78.
Anacamptis pyramidalis: 41. (gf.) 51. 92. — (vw) 56. 61. — (c) 95. — (k) 112.
Aquilegia: 24.
Botrychium: 3. 4. — B. Lunaria: 3.
Bougainvillea glabra: 51.
Brassica Napus: 53.
Cephalanthera: (sb) 79.
„ grandiflora: (4.z) 70. — (sb) 89.
„ rubra: (4.z.) 70. — (sp) 74.
Cheiranthus Cheiri: 53.
Cirsium rivulare: 25.
„ tricephalodes: 25.
Colchicum autumnale: 4.
Convallaria majalis: 49.
Coralliorrhiza innata: (lp) 98.
Crocus: 53.
Cucurbita: 53.
Cypripedilum Calceolus: (2.z) 34. — (sp) 72. (sb) 93. — (pp) 106.
Dendrobium Pierardi: (sp) 74.
Deutzia: 78.
Dipsacus silvestris torsus: 59.
Epidendron Stamfordianum: (2.b) 41.
Epipactis (sb) 79.
„ alba z. T.: (sb) 89.
„ latifolia: (4.z) 68. — (sb) 115.
„ palustris: 59.
„ purpurea: (pp) 110.
Galanthus nivalis: 4.
Goodyera repens: (l.0) 34. — (2.z) 38. 55. 109.
Gymnadenia albida: (vw) 60. 61. — (zw) 63.
„ conopea: (2.z) 30. 32. 33. — (l.0) 34. 35. — (2.z) 37. 38. 55. — 41. — (2.b) 44. 45. 54. — (1.b) 46. 47. 49. — (vw) 56. 57. 60. 61. 62. — (zw) 63. 64. 65. — (4.z) 66. 67. 68. 69. 70. — (sp) 74. 75. 76. — (sb) 71. 78. 83. 88. 89. 90. — (c) 95. — (k) 96. 112. — (n) 116.
„ odoratissima: (pp) 101. 102.
Habenaria chlorantha: (vw) 56. (sb) 84.
„ bifolia: (sb) 78. 81. — (pp) 108. 109. — (n) 116.
„ macroceras: 116.
Hyacinthus: 53.
Iris: 3. 53.
„ Pseudacorus: 4.
Labiatae: 3.
Larix decidua: 6. 11. 19. 26. 27.
Limodorum abortivum: (sb) 79. 80. 82. 84. 85. 90. 91. — (n) 117.
Linaria: 3.
Listera ovata: (l.0) 35. — (5.z) 70. 71.
Majanthemum bifolium: 29.
Monotropa: 51.
„ hypopitys: 61.
Neottia nidus avis: (2.z) 27. 40. — (sb) 82.
Neottineen: (sb) 82.
Nigritella nigra (2.z) 34. — 62.
Odontoglossum citrosmum: (sp) 74.
Ophrys: (zw) 62. — (pp) 104.
„ anthropophora: (pp) 103.
„ apifera: (l.0) 35. — (vw) 56. 60. — (sp) 74. — (sb) 82. 83. 86. — (pp) 104. 105.
„ apifera: Friburgensis: (pp) 105.
„ „ Trollii: (pp) 104 u. Anm.; 105.

Ophrys arachnites: (2.z) 40. — (vw) 62. — (zw) 65. — (sb) 80. 81. — (lp) 98. — (pp) 107. 109. — (k) 114.
„ araneifera: (2.z) 33. 38. — (l.0) 35. — 41. - 52. —(vw) 55. 56. — (4.z) 68. —(5.z) 70. 71. — (sp) 75. — (sb) 84. 85. 86. 88. 90. 91. — (c) 95. — (lp) 97. — (pp) 105. (k) 112. 113. — (n) 116.
„ fucifera: (l.0) 35. — (2.z) 38. — (sb) 86.
„ fuciflora: (2.z) 40. — (vw) 62. — (zw) 65. — (sb) 80. 81. 85. 89. — (lp) 98. (pp) 107. 109. — (k) 114.
„ funerea: (sb) 83.
„ Hocquartii: (pp) 102, Anm. 110.
„ insectifera: (sp) 75. — (sb) 82. — (k) 114.
„ muscifera: 40. — (sb) 85. 86. 87. — (lp) 98. — (pp) 105. 109.
„ myodes = O. muscifera.
„ purpurata: (pp) 104.
„ Trollii: (pp) 104. 105.
Orchis bifolia: (pp) 108.
„ conopea: (sb) 71. 89.
„ coriophora: (4.z) 68. — (sb) 81.
„ fusca 41. — (zw) 65. 66. — (sp) 75. — (pp) 101.
„ globosa: 40. — (1.b) 46. — (vw) 60. — (zw) 62.
„ incarnata β Traunsteineri: (sb) 87. (c) 95. — (pp) 110.
„ latifolia: (2.z) 32. 39. 55. — (1.b) 47. (b.a) 49. — (vw) 56. — (sb) 77. 78. 83. 86. 87. — (lp) 100. — (pp) 101. 103. 107. — (k) 111. 112. 113.
„ laxiflora: (2.b) 44. (sb) 79. 87. 88. 89. (c) 95. — (lp) 100. — (pp) 103. 106. 107. 110.
„ maculata: (2.z) 32. — (1.b) 47. — 52 — (sb) 52. — (vw) 57. — (L) 58. 59. 60. — (vw) 60. 61. 62. — (zw) 63. 64. 65. 66. — (sb) 82. 83. — (lp) 99 — (pp) 102. 103. 110. — (k) 112. 114.
„ mascula: (l.0) 35. — (2.z) 36. 55. — (2.b) 42. 43. 54. — (1.b) 46. — (gf) 50. 110. — 52. — (vw) 56. 61. 62. — (4.z) 67. 72. — (sp) 73. 76. — (sb) 79. 85. 88. 91. (gf). 93. (gf) — (lp) 100. — (pp) 101. 102. 106. 110. — (k) 112.
Orchis militaris: (zw) 66. — (sb) 71. 88. 90. — (lp) 98. — Vgl. Orchis fusca.
„ militaris purpurea: (zw) 66. — (sp) 75.
„ Morio: (gf) 51. 110. — (4.z) 68. — (sp) 76. — (sb) 77. 82. 85. 91. 92. 93. — (c) 95. — (lp) 98. — (pp) 100. 101. 102. 106. 110.
„ palustris: (4.z) 68.
„ papilionacea: (lp) 99. — (k) 115.
„ peloria: (k) 96. — (pp) 103.
„ pyramidalis: (gf) 51. 92.
„ sambucina: (vw) 60.
„ Simia: (sp) 74. (lp) 99.
„ Traunsteineri: (sb) 87. — (c) 95. — (pp) 110.
„ tridentata: (sp) 76.
„ ustulata: (gf) 51. 93. — (vw) 57. — (sp) 75.
Osmunda regalis: 3.
Papaver Rhoeas: 53.
Paphiopedilum Sedeni: 31.
Paris quadrifolia: 4. 25.
Picea alba: 13. 19.
„ excelsa (Fichte): 9. 13. 18. 19. 26.
„ nigra: 13. 19.
Pinus Brunoniana: 15. 19.
„ Massoniana: 13.
„ Thunbergii: 13. 117.
Platanthera bifolia: (l.0) 35. — (2.z) 39. 52. 55. (b.a) 49. — 60. — (sb) 78. 81. 93. — (lp) 97. — (pp) 107. 108. 109. — (n) 116.
„ chlorantha: (vw) 56. — (zw) 66. — (sb) 84. 86. — (pp) 101. 103. 104. 107. 108. — (n) 116.
„ montana: (pp) 104. Anm. 1; 108.
Polygonum Fagopyrum: 59.
Prunus avium: 24.
Pteris aquilina: 21.
Scabiosa columbaria: 25.
Sciadopitys: 17.
Sequoia gigantea: 20.
Serapias Athensis: (pp) 102. 110.
Solanum lycopersicum: 71.
Thesium: 51.
Trichopilia tortilis: 42.
„ fragrans: 48.
Tropaeolum majus: 53.
Tsuga Brunoniana: 15. 19.
„ canadensis: 19.
Tulipa: 53.

Erklärung der Abbildungen.

Es bedeutet überall:

A: Staubgefäss des äusseren Wirtels einer Orchideenblüte; und zwar: A′ das unpaare, A″ das paarige linke, wie überall in der umgewendeten Blüte; A‴ das paarige rechte.

a: Staubgefäss des inneren Wirtels, und zwar: a′ das unpaare (vor der Lippe); a″ das paarige rechte; a‴ das paarige linke.

c: Kelchblatt (sepalum; phyllum perigonii externi): in der dreizähligen Blüte c′ das unpaare; c″ das paarige linke, c‴ das paarige rechte.

d: Deckblatt (bractea).

fk: Fruchknoten (germen).

fl: Flügel (des Samens der Abietineen).

h: hintere Knospenschuppe.

k: Kronblatt (petalum; phyllum perigonii interni): in der dreizähligen Blüte k′ das unpaare, die Lippe; k″ das paarige rechte; k‴ das paarige linke Kr.

kn: Knospe.

l: linke äussere; l′ linke innere Knospenschuppe.

o: Eichen (ovulum, Samen).

r: rechte äussere; r′ rechte innere Knospenschuppe.

s: Staubgefäss (stamen).

sd: Staminodium

sp: Sporn.

st: Stengel (caulis)

v: Vordere Knospenschuppe.

x: Oehrchen (auricula).

y: Schnäbelchen (rostellum).

Bei Anführung der Abbildungen giebt die römische Ziffer I bis VI. die Tafel an, die arabische Ziffer die Figur.

Tafel I, Figur 1—32. Nadelhölzer.

Figur 1. Lärchenzapfen (vorjähriger) von einer Krüppellärche (Larix decidua Mill. bei Karlsthal im Jsergebirge; an dem durchgewachsenen Zweige am oberen Ende des Zapfens Umbildungen von Fruchtschuppen (u. w. z); weiter oben Zweigknospen (kn) ($\frac{1}{1}$).— S. 6.

\- 2. Knospe z von Fig. 1 mit aufrechten äusseren Knospenschuppen (l, r) und vor diesen innere Knospenteile, namentlich vordere (v) und hintere (h) Knospenschuppe. Von aussen gesehen ($\frac{5}{1}$). — S. 6. [1] — S. 14.

\- 3. Dieselbe von innen.

— 4. Aehnliche Knospe, w Fig. 1, mit nur noch zwei inneren Knospenteilen (h, v); von aussen ($\frac{5}{1}$). — S. 6. [2] — S. 14.

— 5. Dieselbe von innen.

6. Tiefer stehende Knospe; nur noch die zwei äusseren Knospenschuppen, unten mit einander verwachsen; von aussen. ($\frac{5}{1}$). — S. 7. [3].

\- 7. Dieselbe von innen; unvollkommene Anlagen von Samen (o) eine mit Flügel (fl).

— 8 Aehnliche Knospe, u Fig. 1. Die Knospenschuppen höher hinauf verwachsen; von aussen ($\frac{5}{1}$) — S. 7. [4].

Figur 9. Dieselbe von innen. Anlagen der Samen (o) mit ihren Flügeln deutlich.

10. Gewöhnliche Fruchtschuppe der Lärche von aussen. Die Entstehung aus zwei Blättern (r, l) ist nur noch durch eine Ausrandung angedeutet. ($\frac{5}{1}$). — S. 7. [5].

11. Dieselbe von innen; mit zwei geflügelten Samen.

12. Eine Mittelbildung aus einem Lärchenzapfen, ähnlich Fig. 8; nach einer Skizze von Alexander Braun; von aussen. — S. 7. [7].

13. Dieselbe von innen; mit zwei Samen (ovul) und ihren Flügeln (f), und den inneren noch zusammengeschlossenen Schuppen der Knospe (kn). Die hintere Schuppe ist beim Abreissen an der Axe zurückgeblieben. S. 7.

14. Grundriss derselben nach Alexander Braun's Skizze.

— 15. Derselbe mit der vermutlichen Erstreckung der hinteren Ränder (l^2, r^2) der äusseren Knospenschuppen (r, l) um die inneren Knospenteile herum nach hinten. Die beiden Samenflügel (Fig. 14, fl) sind der Vereinfachung wegen hier weggelassen worden. — S. 7. [8]. S. 8.

– 16. Knospe von einem durchwachsenen Fichtenzapfen (Picea excelsa Lk.) von vorn ($\frac{6}{1}$). Vordere Knospenschupp. verkümmert. (Nach Stenzel, durchwachs. Fichtenz. XV. 37). — S. 9. [16].

17. Dgl. Vordere Knospenschuppe (v) frei, wenig verändert. ($\frac{5}{1}$). (Ebendaher XII. 33). — S. 9. [15]. – S. 14.

– 18. Dgl. Vordere Knospenschuppe (v) frei, längs gefaltet. (Ebendaher XII. 37). - S. 9. [18]. — S. 10. [24] — S. 14.

— 19. Dgl. Vordere Knospenschuppe (v) frei, trichterförmig. (Ebendaher XIII. 20) — S. 11.

20. Dgl. Vordere Knospenschuppe (v) mit den seitlichen (r, l) halb verwachsen, von vorn ($\frac{5}{1}$) (Ebendaher XIV. 21). — S. 9. 10. [19]; — S. 11. [24].

21. Dieselbe von hinten. Vordere Knospenschuppe (v) auch mit mehreren inneren verwachsen. (Ebendaher XIV. 22).

22. Knospe von einem, am Ende zapfentragenden Zweige von einer Krüppelfichte im botanischen Garten von Upsala; von innen gesehen; vergrössert. Innere Knospenschuppen zwischen den hinten zusammenstossenden äusseren (r, l) und dem Deckblatt (d). (Nach Örsted. Bidrag. I. 23) — S. 9. [14]. — S. 10. [20].

23. Eine etwas höher stehende Knospe von demselben Zweige, von innen. Nur noch die zwei äusseren Knospenschuppen (r, l) mit Samenanlagen stehen vor dem Deckblatt (d). (Ebendaher I. 25). — S. 9. [14]. — S. 10. [20].

– 24. Knospe von einem durchwachsenen Fichtenzapfen aus dem Riesengebirge. Die vordere (v) ist mit den seitlichen Knospenschuppen (r, l) vorn bis oben verwachsen; von vorn. ($\frac{5}{1}$). (Nach Stenzel, durchw. Fichtenz. XV. 1). — S. 10. [21].

25. Dieselbe von hinten. Mehrere Knospenschuppen (r', l'), auch die hintere (h) von den Hinterrändern der äusseren Knospenschuppen (r, l) umfasst. (Ebendaher XV. 2). — S. 10. [21].

26. Dieselbe: Grundriss. (Ebdaher XV. 3).

— 27. Aehnliche Knospe. Vordere (v) und seitliche (r, l) Schuppen vorn ganz verschmolzen; von vorn. ($\frac{5}{1}$). (Ebdaher XV. 29) — S. 10. [22].

– 28. Dieselbe von innen. Nur eine (oder zwei) innere Knospenschuppen (kn) von den Hinterrändern der äusseren Knospenschuppen (r, l) umfasst. (Ebdaher XV. 31).

29. Dieselbe im Grundriss. (Ebdaher XV. 30.)

Figur 30. Aehnliche Knospe; die vordere (v) mit den seitlichen (r,l) so vollständig verwachsen, dass die Hinterränder der letzteren nur noch als Kielstreifen auf der Innenseite (Fig. 31) herablaufen. Von aussen gesehen. ($\frac{5}{1}$). (Ebdaher IV. 13). — S. 10 [23] — S. 12

— 31. Dieselbe von innen. Die hintere Knospenschuppe (h) in der Mitte, rechts der Rest eines Ovulums (o). (Ebdaher IV. 14).

32. Dieselbe. Grundriss. (Ebdaher IV. 15).

Tafel II, Figur 33—64. Orchideen.

Diagramme einiger Orchideenblüten.

Figur 33. Grundriss der gewöhnlichen, bereits umgewendeten Blüte.

„ 34. „ „ orthodimeren; (S. 30).

„ 35. „ „ paradimeren; (S. 31)

— 36. „ „ antidimeren; (S. 33)

„ 37. „ „ median-transversal = + tetrameren; (S. 66).

— 38. „ „ diagonal, = × tetrameren; (S. 69).

„ 39. „ „ pseudo-tetrameren; (S. 70).

„ 40. „ „ pentameren Blüte; (S. 70).

A. Dimere Blüten.

I. Orthodimere Blüten.

Figur 41. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte von vorn: z überzähliges Perigonblatt ($\frac{2}{1}$). Fig 42: dieselbe von der Seite (links unten lies k′ statt k). — Figur 43: dieselbe, Grundriss. — S. 30. [32].

II. Paradimere Blüten.

Figur 44. Orchis latifolia L. Blüte von vorn: durch Auseinanderbiegen der Blütenteile geöffnete Knospe. d′ Deckblatt einer anderen Blüte. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 45: dieselbe von der Seite. Fig. 46: dieselbe, Grundriss. — S. 32. [33].

— 47. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte von vorn; das Staubgefäss A′ ist halb verblattet (sd). ($\frac{3}{1}$). — Fig. 48: dieselbe, Grundriss. — S. 32. [36].

49. Gymnadenia conopea R. Br. Paradimere Blüte ohne Staubgefäss, von vorn oben gesehen, daher das obere Kronblatt, k″, verkürzt. Der linke Lappen und die Spitze der Lippe (k′) zurückgeschlagen; n Narbe. Fruchtknoten und Deckblatt weggelassen ($\frac{3}{1}$). — Fig. 50: dieselbe von der Seite. — Fig. 51: dieselbe, Grundriss — S. 33. [38].

III. Antidimere Blüten.

Figur 52. Nigritella nigra Rchb. fil. Blüte mit verkümmernder Lippe (k′) ($\frac{3}{1}$). — Figur 53: Grundriss. — S. 34. [41].

„ 54. Goodyera repens R. Br : Regelmässige Blüte (zur Vergleichung) von vorn ($\frac{3}{1}$). — Fig. 55: dieselbe von der Seite. — S. 34. [43]

„ 56. Goodyera repens R. Br. Blüte ohne Lippe von vorn: c′ das unpaare Kelchblatt, das die ihm eng anliegenden paarigen Kronblätter (k″, k‴) kaum überragt. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 57: dieselbe von der Seite. — Fig. 58: Grundriss. — S. 34. [43]; S. 38. [68].

— 59. Goodyera repens R. Br. Antidimere Blüte von vorn: c′ wie Fig. 56: (Fig. 59: oben lies c′ statt c) ($\frac{3}{1}$). — Fig. 60: dieselbe von der Seite. — Fig. 61: Grundriss — S. 38. [68]. (oben lies c′ statt c).

Figur 62. Platanthera bifolia Rchb. Blüte ohne Lippe; paarige Kelchblätter (c″ c‴) frei, von einander abstehend; von vorn-unten. Fruchtknoten, Deckblatt und fadenförmiger Stengelfortsatz erscheinen verkürzt. kn Knospe am letzteren ($\frac{3}{1}$.) (rechts lies c‴ statt c″). — Figur 63: Dieselbe von der Seite (links lies kn statt k). — Fig. 64. Grundriss. — S. 35 [47]; S. 49 [113].

Tafel III, Figur 65—94. Orchideen.

(III. Antidimere Blüten. Fortsetzung).

Figur 65. Platanthera bifolia Rchb. Antidimere Blüte von rechts — vorn. ($\frac{3}{1}$). c′ breit; k″. k‴ aus einander weichend. — S. 39 [69].

66. Platanthera bifolia Rchb. Antidimere Blüte von d. Seite; die paarigen Kronblätter aufrecht, oben zusammenneigend. t die fadenförmige Fortsetzung des Stengels. ($\frac{1}{1}$). — S. 39 [70]. S. 49 [111].

67. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte ohne Lippe; paarige Kelchblätter (c″. c‴) frei; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 68: dieselbe von der Seite. — S. 35 [19]; S. 37 [55].

69. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte ohne Lippe; paarige Kelchblätter (c″. c‴) hoch hinauf in ein unteres zweilappiges Kelchblatt verwachsen; das Staubgefäss (s) von den paarigen Kronblättern (k″. k‴) fast umschlossen. ($\frac{3}{1}$). — S. 37 [56]; S. 38.

70 Gymnadenia conopea R. Br. — Aehnliche Blüte; das „untere Kelchblatt“ (c″. c‴) nur noch ausgerandet; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 71: dieselbe Blüte von der Seite. — S. 37 [59].

72. Gymnadenia conopea R. Br. — Aehnliche Blüte; das „untere Kelchblatt“ (c″. c‴) nur noch schwach ausgerandet; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — S. 37 [60].

– 73. Gymnadenia conopea R. Br. Vollständig antidimere Blüte; „unteres Kelchblatt (c)“ am Ende flach — abgerundet, Ränder nach aussen gewölbt; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 74: dieselbe Blüte von d. Seite. — S. 37 [61].

75. Gymnadenia conopea R. Br. Aehnliche Blüte; „unteres Kelchblatt“ (c) eiförmig spitz; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — S. 38 [65].

B. Zweiblättrige Blüten von Gymnadenia.

Figur 76. Gymnadenia conopea R. Br.: 2 Kelchblätter (c′. c) und 1 kleines Kronblatt (k″); von der Seite. ($\frac{3}{1}$). — S. 44 [89].

— 77. Gymnadenia conopea R. Br.: nur 2 Kelchblätter (c′, c); von der Seite. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 78: Querschnitt des einfächerigen Fruchtknotens. — S. 44 [90].

79. Gymnadenia conopea R. Br.: nur 2 Kelchblätter; das eine (c′) gespornt. ($\frac{3}{1}$). — S. 45 [93].

C. Einblättrige Blüten von Gymnadenia.

Figur 80. Gymnadenia conopea R. Br.: Ein breites, kahnförmiges, zweispitziges, gestieltes Blatt, von vorn. ($\frac{3}{1}$). — S. 46 [96]. [101]. — S. 49 [109].

81. Gymnadenia conopea R. Br.: Aehnliches Blatt mit einfacher Spitze. ($\frac{3}{1}$). — S. 46 [101].

— 82. Gymnadenia conopea R. Br.: Blüte fadenförmig, am Ende flach, mit häutigem Saum z. ($\frac{3}{1}$). – S. 47 [105].

— 83. Gymnadenia conopea R. Br.: an Stelle der Blüte ein schmales Blättchen mit fadenförmiger Spitze (z). ($\frac{3}{1}$). — S. 49 [109].

A. III. Antidimere Blüten.

Figur 84. Ophrys fucifera Curt. (= O. araneifera Huds.): Lippe fehlt; paarige Kelchblätter mit einander verwachsen; nur am Ende getrennt; von vorn. — Nach: Smith, Catalogue. Fig. 16. — S. 38 [67].

85. Orchis mascula L.: Blüte mit einem Rest der Lippe (z); paarige Kelchblätter (c″, c‴) bis auf die freien Spitzen verwachsen; von vorn. ($\frac{2}{1}$). — Fig. 86: dieselbe von der Seite. Fig. 87: Längsschnitt durch die Mitte der Blüte: s Staubbeutel; z Rest der Lippe. — Fig. 88. Grundriss. — S. 36 [50]; S. 38 [67].

89. Orchis mascula L.: Gewöhnliche Blüte (A) und oberste antidimere Blüte (B) im Winkel des Deckblattes d′: das „untere Kelchblatt“ (c) ist bis an die Spitze ungeteilt. ($\frac{3}{1}$.) S. 36 [54].

B. Zweiblättrige Blüten (von Orchis mascula L.)

Figur 90. Orchis mascula L.: Uebergangsform: paarige Kelchblätter (c″. c‴) bis an die freien Spitzen verwachsen; zwei winzige paarige Kronblätter (k″. k‴) — S. 42 [83]; S. 43 [85].

— 91. Orchis mascula L. zweiblättrige Blüte: „unteres Kelchblatt“ mit zwei getrennten Spitzen (c″. c‴); oberes (c′) fast ganz vom „unteren“ umschlossen. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 92. Dieselbe Blüte; das obere Kelchblatt in die Höhe gebogen. — Fig. 93. Griffel (g) mit der Narbenfläche, nach Wegnahme des Perigons — S. 42 [84]; S. 43 [85].

94. Orchis mascula L. zweiblättrige Blüte: „unteres Kelchblatt“ (c) einfach. ($\frac{3}{1}$). — S. 43 [85].

Tafel IV, Figur 95—119. Orchideen.

B. Zweiblättrige Blüten (von Orchis mascula L.)

Figur 95 Orchis mascula L. Langgestielte zweiblättrige Blüte (c. c′). Der Stiel ist am Grunde eine kurze Strecke weit dem Fruchknoten (fk′) der zweiten Blüte von oben angewachsen. Links unten Deckblatt (d″) und Fruchknoten (fk″) der dritt-obersten Blüte. ($\frac{3}{1}$). — Figur 96. Die vorige Blüte geöffnet, von vorn; vor c das Staubgefäss. — S. 43 [86].

C. Einblättrige Blüten.

Figur 97. Orchis mascula L. Einblättrige Blüte; die in eins verwachsenen Kelchblätter nur am Ende noch getrennt (ähnlich Fig. 91. 92). ($\frac{3}{1}$). — S. 46 [94].

98. Orchis mascula L. Aehnliche Blüte; das Blatt einfach. ($\frac{3}{1}$). — S. 46 [95].

A. III. Antidimere Blüten.

Figur 99. Orchis latifolia L.: Antidimere Blüte mit einfachem „unteren Kelchblatt“ (c), das hier sehr verkürzt erscheint; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 100: dieselbe v. d. Seite; das „untere Kelchblatt“ am Grunde sackartig hohl. — Fig. 101. Grundriss. — S. 40 [72].

102. Orchis latifolia L.: Aehnliche Blüte; das „untere Kelchblatt“ (c) nur flach gewölbt, etwa wie das obere (c′). Die Kronblätter (k″. k‴) nicht nach oben zusammengekrümmt, daher das Perigon fast pelorisch. d Deckblatt dieser Blüte, zurückgeschlagen; fk ihr Fruchtknoten. — d′ Deckblatt der obersten dreizähligen Blüte; fk′ ihr Fruchtknoten. ($\frac{3}{1}$). — S. 40 [73].

C. Einblättrige Blüten.

Figur 103. Orchis latifolia L. Fadenförmige Blüte; am Ende blattartig verbreitert. ($\frac{3}{1}$). — S. 47 [104].

— 104. Orchis globosa L. Blüte ein schmales, längsgefaltetes Blättchen v. d. Seite. ($\frac{3}{1}$). — S. 46 [102].

Figur 105. Orchis maculata L. Blüte ein, in der Mitte zart rosa flügelartig verbreiteter Faden. ($\frac{3}{1}$). — S. 47 [103].

— 106. Orchis maculata L. Blüte ein drehrunder Faden. ($\frac{3}{1}$). — S. 47 [107].

D. Verwachsungen.

I. von Blütenteilen.

Figur 107. Ophrys araneifera Huds. Das unpaare Kelchblatt (c′) mit dem linken paarigen (c″) halb verwachsen. In der Mitte die 3 äusseren Staubgefässe verwachsen. — Nach Wydler. Orchid. triandr. Pl. XVI. A. Fig. 1 (weniger stark vergrössert). — S. 56 [115].

108. Orchis latifolia L. Alle drei Kelchblätter unten verwachsen; die paarigen Kronblätter (k″. k‴) je ein Staubfach (s, s′) tragend. Die Seitenlappen der Lippe (k′) zurückgeschlagen. ($\frac{3}{1}$). (links oben lies s′ statt s). — Fig. 109; dieselbe Blüte von hinten. — Fig. 110; die paarigen Kronblätter (k″. k‴) von hinten. — Fig. 111; dieselben aus einer andern Blüte dgl. Bei s kommt das Staubfach von k‴ zum Vorschein. A′ das gewöhnliche Staubgefäss. — Figur 112; Grundriss von Fig. 108. 109. — S. 56 [118]; S. 111 [346].

113. Gymnadenia conopea R. Br. Das unpaare Kelchblatt (c′) mit dem rechten Kronblatt (k″) verwachsen; Sporn zweispaltig. Grundriss — S. 57 [125]; S. 76.

114. Gymnadenia conopea R. Br. Das unpaare Kelchblatt mit beiden paarigen Kronblättern vollständig verwachsen; die paarigen Kelchblätter (c.″ c‴) zur Hälfte. ($\frac{3}{1}$). — S. 57 [128]; S. 74 [183].

115. Gymnadenia conopea R. Br. Das unpaarige Kelchblatt (c′) mit den paarigen Kronblättern fast ganz verwachsen, ebenso die paarigen Kelchblätter (c″. c‴) mit einander. ($\frac{3}{1}$). — S. 57 [128]; S. 74 [183].

II. Von Laubblättern.

Figur 116. Orchis maculata L. Zwei Laubblätter am Grunde, bis z, mit einander verwachsen; Stengel gedreht. ($\frac{1}{1}$). — Fig. 117; dieselben von der anderen Seite. — S. 58 [133]; S. 59.

— 118. Orchis maculata L. Die vier, verschieden hoch mit einander verwachsenen Laubblätter, Figur 119. I—IV, vom Stengel abgetrennt und flach ausgebreitet. z′, z″—n Zerreissungslinie von I—II; w′—u dieselbe von II—III. ($\frac{1}{1}$). — Figur 119; diese vier Blätter am Stengel in ihrer natürlichen Lage. t—z″: Anwachslinie von II. III. IV; z′ von I.—e uneben wellige Stelle der Stengeloberfläche — S. 58 [135]; S. 59 [138].

Tafel V, Figur 120—141. Orchideen.

D. V. Zwillingsblüten.

Ueberall sind die Teile der, an der umgewendeten Zwillbte. von vorn gesehen linken Blüte mit grossen, die der rechten mit kleinen Buchstaben bezeichnet.

Figur 120. Orchis maculata L. Zwillingsblüte von vorn; beide Blüten vollständig. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 121; Querschnitt des Fruchtknotens derselben. — S. 63 [145]. [147]; S. 64 [153].

122. Gymnadenia conopea R. Br. Beide Blüten vollständig; nur zwei „innere“ Kelchblätter (C‴ und c″) verwachsen. Die Blüten drehen einander die Lippen-Seiten zu. Grundriss. — S. 63. [150]; S. 70.

123. Orchis maculata L. Aehnliche Blüte; die zwei „inneren“ Kelchblätter (C‴ und c″) oben ganz in ein einfaches Blatt (w) verwachsen. Vor ihm ein kleineres Staubgefäss. Fruchtknoten einfächrig, mit 5 Samenleisten. ($\frac{3}{1}$). — Figur 124; dieselbe: Grundriss. — S. 64 [153] S. 65 [158].

Figur 125. Gymnadenia conopea R. Br. Aehnliche Blüte; die zwei „inneren“ Kelchblätter (C‴ und c″) unten in ein dreilappiges Blättchen (w) verwachsen; die „inneren“ paarigen Kronblätter in ein Doppelblatt (z); von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Figur 126; dieselbe von hinten. Die Deckblätter einander nur genähert. — Figur 127; Grundriss: Fruchtknoten einfächrig, mit 5 Samenleisten (links lies C′ statt l′; C″ statt l″). — S. 65 [159].

128. Orchis mascula L. Stärker verwachsene Blüten: die unpaaren Kelchblätter in eins verwachsen (w); die „inneren“ Kelch- und die inneren Kronblätter fehlen; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 129; dieselbe von hinten. — Fig. 130; Querschn. des Fruchtknotens. — S. 66 [160].

131. Ophrys araneifera Huds. Grundriss nach Masters Pelor. Textfigur S. 207, verkleinert und in der Art unserer übrigen Grundrisse ausgeführt und bezeichnet: w das obere Kelchblatt (= den 2 verwachsenen unpaarigen einer Zwillingsblüte); z die Lippe (= den 2 verwachsenen Lippen derselben). — S. 71 [179].

E. Vierzählige Blüten.

Figur 132. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte mit den zwei getrennten Deckblättern (d′, d″) der vermuthlichen Teilblüten. c′ das obere, c‴ das untere Kelchblatt; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Fig. 133; dieselbe von hinten. — Fig. 134; Grundriss. — S. 66 [161].

135. Gymnadenia conopea R. Br. Aehnliche Blüte von vorn oben, die Sporne verdeckt. Das untere Kelchblatt (c‴) im Umriss lippenähnlich; die linke Lippe (k′) stark zurückgerollt, ähnlich wie die seitlichen Kelchblätter (c″, c⁗). ($\frac{3}{1}$). — Figur 136; dieselbe Blüte von hinten. c‴ das spornlose untere Kelchblatt; daneben die Sporne (sp′, sp″) der Lippen. Figur 137; Grundriss. — S. 68 [169].

138. Gymnadenia conopea R. Br. Aehnliche Blüte, von vorn; die Sporne verdeckt. Das untere Kelchblatt (c‴) lippenähnlich und kurz gespornt (Figur 139 c‴, sp″); mit der rechten Lippe (k″) verwachsen. ($\frac{3}{1}$). — Figur 139; dieselbe Blüte von hinten. sp′ der Sporn von k′, sp‴ der zusammengeknickte Sporn von k″. — Figur 140; Grundriss. — S. 68 [170]; S. 74 [182].

— 141. Orchis Morio L. Oberste Blüte; nach Morren, Clusia, Figur 5 zu p. 63., auf etwa. ($\frac{3}{1}$) verkleinert und wie unsere Figuren bezeichnet. c‴ unteres Kelchblatt, gleich den Lippen (k′, k″). Staubgefässe verblattet. — S. 69 [171].

Tafel VI, Figur 142—168. Orchideen.

G. Spaltungen.

Figur 142. Orchis mascula L. Zweizählige Blüte, das obere Kelchblatt (c) zweispaltig; von vorn. ($\frac{3}{1}$). Figur 143; dieselbe von der Seite. — S. 73 [181].

144. Gymnadenia conopea R. Br. Sporn über dem Ende mit kleinem Rücksporn. ($\frac{3}{1}$). — S. 75 [191].

- 145. Gymnadenia conopea R. Br. Sporn am Ende ausgerandet, mit flacher Längsfurche auf jeder Seite. ($\frac{3}{1}$). — S. 76 [192].

- 146. Gymnadenia conopea R. Br. Sporn breit gedrückt, zweispitzig. ($\frac{3}{1}$). — S. 76 [192].

147. Gymnadenia conopea R. Br. Sporn tief zweispaltig. ($\frac{3}{1}$). — S. 76 [192].

— 148. Orchis mascula L. Das Staubgefäss teilt sich, indem zwischen beiden Teilen im Mittelbande sich ein neues Staubfach (m) bildet; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Figur 149; dasselbe von hinten. — S. 76 [196].

H. Ueberzählige Staubgefässe.

I. Wirkliche Staubgefässe in gewöhnlichen Blüten.

Figur 150. Orchis maculata L. Blüte mit einem paarigen inneren Staubgefäss (a″) vor und neben dem gewöhnlichen; von vorn. ($\frac{2}{1}$). — S. 83 [209].

151. Orchis maculata L. Zwei solche Staubgefässe von hinten. ($\frac{3}{1}$). — S. 83 [209].

152. Orchis maculata L. Blüte mit beiden paarigen inneren Staubgefässen (a″. a‴) vor dem gewöhnlichen; von vorn. ($\frac{3}{1}$). — Figur 153; dieselben von hinten. A′ das gewöhnliche Staubgefäss. ($\frac{3}{1}$). — Figur 154; dieselben von der Seite. — S. 83 [209].

155. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte mit einem paarigen inneren Staubgefäss (a″) von vorn. ($\frac{3}{1}$). — S. 83 [210].

IV. Staminodien.

Figur 156. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte, von der Seite, mit dem gewöhnlichen Staubgefäss (A′) und dem lippenähnlich verblatteten linken paarigen äusseren Staubgefässe (sd). ($\frac{3}{1}$). Figur 157; dieselbe von vorn, (oben lies c′ statt c). — S. 88 [236].

J. Umbildungen.

I. Kelchblätter in Lippen.

Figur 158. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte mit einem niedrigen Höcker an dem einen paarigen Kelchblatt (c″) als erster Anlage eines Sporns, mit kurzem Sporn an dem anderen (c‴); von hinten; sp der Sporn der Lippe. ($\frac{3}{1}$). — S. 95 [259].

– 159. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte mit zwei längeren Spornen an den zwei paarigen Kelchblättern (c″. c‴). ($\frac{3}{1}$). — S. 95 [259].

II. Paarige Kronblätter in Lippen. (Labellpelorien).

Figur 160. Gymnadenia conopea R. Br. Die paarigen Kronblätter (k″. k‴) halblippig. ($\frac{3}{1}$). — S. 74 [182]; S. 97. [259].

III. Lippe in paarige Kronblätter. (Petalpelorien).

Figur 161. Orchis maculata L. Lippe (k′) gespornt, sonst ähnlich paarigen Kronblättern; von der Seite. ($\frac{3}{1}$). — Figur 162; dieselbe Blüte von vorn. s Staubfach am Vorderrande des rechten paarigen Kronblattes (k″). — S. 102 [300]; S. 112 [347]; S. 114.

163. Orchis latifolia L. Oberste Blüte (Knospe), von der Seite. Lippe ungespornt; die paarigen Kelchblätter (c″) mit scharfem Längskiel (z); t fadenförmige Fortsetzung des Stengels. ($\frac{3}{1}$). — Figur 164; dieselbe, auseinander gebogen, von vorn. — S. 49 [111]; S. 103 [305].

165. Orchis maculata L. Lippe (k′) ungespornt, einfach, lanzettlich; die paarigen Kronblätter sind verdeckt; von der Seite. ($\frac{3}{1}$). — Figur 166; dieselbe Blüte von vorn. Die Lippe (k′) erscheint stark verkürzt. An Stelle des Rostellums eine formlose zellige Masse, (links lies k‴ statt k″). — S. 103 [306].

VII. Narben in Blättchen.

Figur 167. Gymnadenia conopea R. Br. Blüte ohne Lippe; Kelchblätter sehr verbreitert, namentlich das unpaare (c′); aber auch das paarige (c″) ist nur stark zurückgerollt. Die beiden vorderen Narbenlappen sind in zierliche, nach vorn gerichtete Blättchen (n) umgewandelt. ($\frac{3}{1}$). — Figur 168; Querschnitt durch den Fruchtknoten mit seinen zwei Samenleisten. — S. 36 [49]; S. 116 [359].

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart.

Lith. Anst. v. Gust. Ebner, Stuttgart.

Fig. 1-32.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.
Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart.

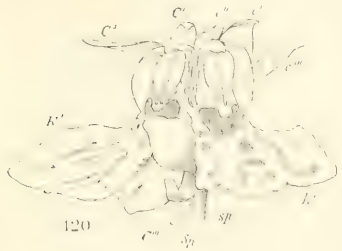
Fig. 33-64.

Verlag von Emil Nägele, Stuttgart. Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Fig. 65-94.

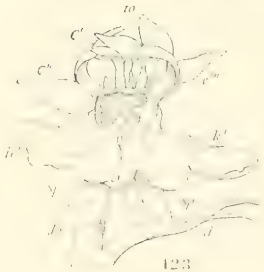
Verlag von Erwin Nägele Stuttgart. Lith. Anst. v. Carl Hönes Stuttgart.

Fig. 95 - 119.


120

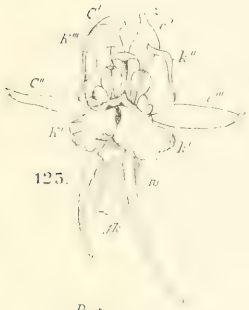
121

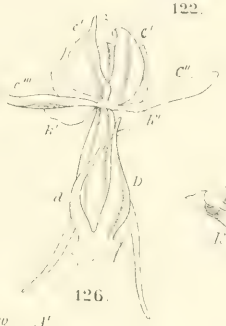
122.

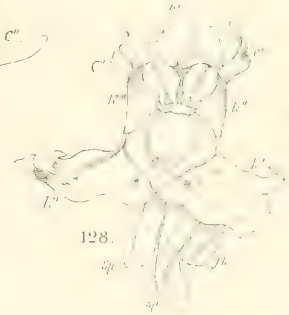

123

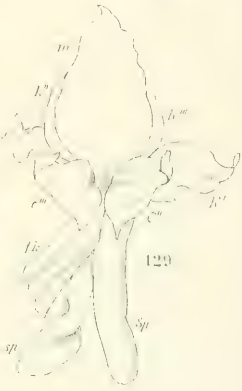
124

130


125.

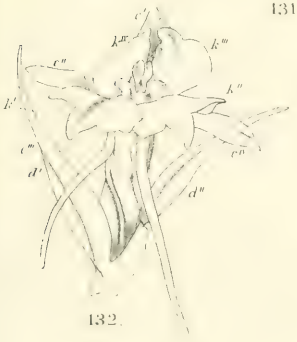

126.

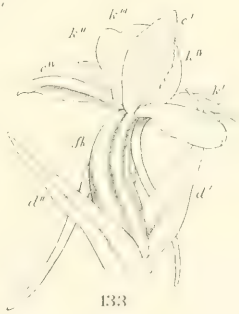

128.


129

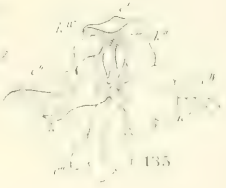
127.

131

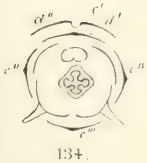

132.

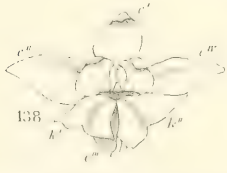

133

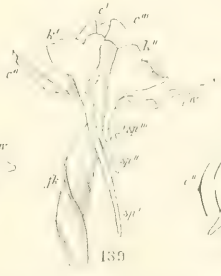
136

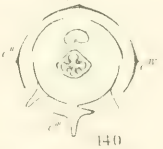

135

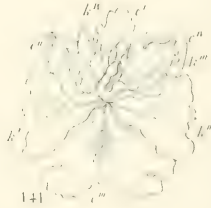
137.


134.


138


139

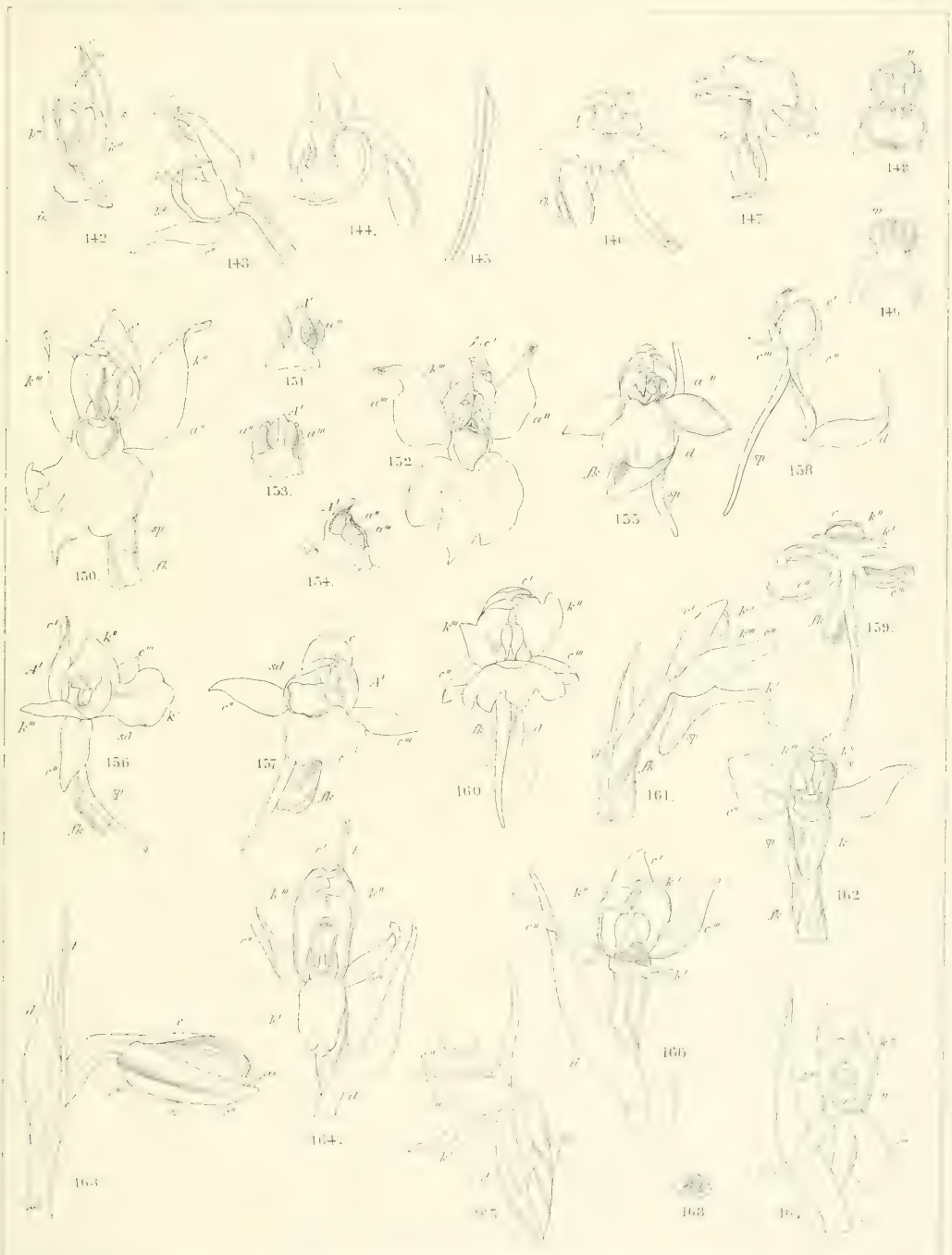

140


141

Verlag von Erwin Nägele Stuttgart.

Lith Anst a. Carl Ebner Stuttgart.

Fig. 120 - 141.



Verlag von Erwin Nägele Stuttgart. Lith. Anst. v. Carl Ehmer, Stuttgart.

Fig. 142 - 168.

Bisher erschienene Hefte der Bibliotheca botanica.

1. **Schenck, Dr. H.**, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.**, Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.**, Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.**, Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor**, Ueber die Entwickelung der Blüte und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Prof. Dr.**, Fossile Pflanzen aus der Albourskette. Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max** und **Dr. C. Fisch**, Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.**, Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.**, Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.**, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. I. Teil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.**, Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.**, Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adalbert**, Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich**, Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.**, Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil**, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August**, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. II. Teil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg**, Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter**, Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farbigen Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.**, Die Entwickelung der Blüte und des Blütenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.**, Blütenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 29 Mark.
22. **Karsten, G.**, Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.**, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.**, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.**, Ueber die Rindenknollen der Rotbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von**, Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.**, Ueber den Aufbau des Palmet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise kolorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.**, Beiträge zur Kenntnis der Flora West- u. Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln. Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.**, Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Elfert, Dr. Th.**, Ueber die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.**, Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner J., R.**, Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln. Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.**, Der Faserverlauf im Wundholz Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
34. **Jarius, M.**, Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.**, Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
36. **Grob, A.**, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Mit 10 Tafeln. Preis 46 Mark.
37. **Zander, R.**, Die Milchsafthaare der Cichoriaceen. Mit 2 Tafeln. Preis 12 Mark.
38. **Gruber, E.**, Ueber Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen. Mit 7 Tafeln. Preis 24 Mark.
39. **Grüss, J.**, Ueber Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis. Mit 1 Tafel. Preis 7 Mark.
40. **Wahl, Dr. C. von**, Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen. Mit 5 Tafeln. Preis 16 Mark.
41. **Heydrich, F.**, Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea (Kaiser-Wilhelms-Land). Mit 1 Tafel. Preis 6 Mark.
42. **Vanhöffen, Dr. E.**, Botanische Ergebnisse der von der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin unter Leitung Dr. v. Drygalski's ausgesandten Grönlandexpedition nach Dr. Vanhöffens Sammlungen bearbeitet. A.: Kryptogamen. Mit 1 Tafel. Preis 12 Mark.

42². B.: Phanerogamen aus dem Ulmanaks- und Ritenbenks-Distrikt. Bearbeitet von Dr. J. Abromeit, Königsberg. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1899. Preis 18 Mark.

43. **Richter, Dr. A.**, Ueber die Blattstruktur der Gattung Cecropia, insbesondere einiger bisher unbekannter Imbauba-Bäume des tropischen Amerika. Mit 5 Doppel- und 3 einfachen Tafeln. Preis 24 Mark.
44. **Geheeb, A.**, Weitere Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 21 Tafeln. 1898. Preis 42 Mark.
45. **Darbishire, O. V.**, Monographia Roccelleorum. Ein Beitrag zur Flechtensystematik. Mit 29 Figuren im Text und 30 Tafeln. 1898. Preis 60 Mark.
46. **Minden, M. von**, Beiträge zur anatomischen und physiologischen Kenntnis Wasser-secernierender Organe. Mit 7 Tafeln. 1899. Preis 24 Mark.
47. **Knoch, E.**, Untersuchungen über die Morphologie, Biologie und Physiologie der Blüte von Victoria regia. Mit 6 Tafeln. 1899. Preis 17 Mark.
48. **Fisch, E.**, Beiträge zur Blütenbiologie. Mit 6 Tafeln. 1899. Preis 16 Mark.
49. **Heydrich, F.**, Ueber die weiblichen Conceptakeln von Sporolithon. Mit 2 Tafeln. 1899. Preis 6 Mark.
50. **Hämmerle, J.**, Zur Organisation von Acer Pseudoplatanus. Mit 1 Tafel. 1900. Preis 16 Mark.
51. **Siim-Jensen, J.**, Beiträge zur botanischen und pharmacognostischen Kenntnis von Hyoscyamus niger L. Mit 6 Tafeln. 1901. Preis 18 Mark.
52. **Uexküll-Gyllenband, M. von**, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. Mit 2 Tafeln. 1901. Preis 18 Mark.
53. **Correns, C.**, Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Mit 2 farbigen Tafeln. 1901. Preis 24 Mark.
54. **Richter, Dr. A.**, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über Luftwurzeln, mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelhaube. Mit 12 Tafeln. 1901. Preis 30 Mark.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 56.

Dr. F. W. C. Areschoug
ehem. Professor an der Universität Lund.

Untersuchungen über den Blattbau

der

Mangrove-Pflanzen.

Mit 13 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr

Heft 56.

Dr. F. W. C. Areschoug
ehem. Professor an der Universität Lund

Untersuchungen über den Blattbau

der

Mangrove-Pflanzen.

Mit 13 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

Untersuchungen

über den

Blattbau der Mangrove-Pflanzen.

Von

Dr. F. W. C. Areschoug

ehem. Professor an der Universität Lund.

Mit 13 Tafeln.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1902.

Alle Rechte vorbehalten.

Druck der Ochler'schen Buchdruckerei, Heilbronn

Das für die vorliegende Untersuchung benutzte Pflanzenmaterial stammt zum grössten Teile aus dem botanischen Museum zu Lund und ist eingesammelt worden von einem meiner Schüler, Herrn Lic. Hjalmar Möller, und zwar hauptsächlich an der Mündung des Serangoonflusses an der Nordküste der Insel Singapore und zu einem kleineren Teile bei Tandjong Priok in der Nähe des neuen Hafens von Batavia. Ausserdem sind mir Blätter von verschiedenen, von Möller nicht angetroffenen Mangrovepflanzen gütigst mitgeteilt worden von Schimper, Engler, Warming, Börgesen und Kjellman.

Die unter der Benennung Mangrove bekannte Pflanzenformation gehört ausschliesslich den feuchten tropischen Gebieten an. Nach den übereinstimmenden Angaben sämtlicher Verfasser, welche Gelegenheit gehabt haben, diese Formation an Ort und Stelle kennen zu lernen, gehört sie nur einem schmalen Küstenstrich an und findet sich nur da, wo die Küste flach und nicht felsig ist, sondern ganz allmählich in den Strand übergeht, an Stellen also, an denen keine Brandung herrscht, und die, wo die Gezeiten stärker hervortreten, von der Flut überspült werden, bei Ebbe aber vom Wasser entblösst sind (Goebel, Pag. 113). Der Boden besteht eines Teils aus dem Schlamme, den die Flüsse mit sich führen und in den Mündungen gerade so massenhaft ablagern, anderen Teils aus Korallenriffen, also aus dem groben, sandigen und steinigen Gemenge von Korallenfragmenten (Karsten, Pag. 8). Bei höchstem Stande der Flut tauchen die untersten Teile der Kronen von den Mangrovebäumen unter Wasser (Haberlandt, I, Pag. 183). Demgemäss behauptet dieser Forscher dass die Mangrovepflanzen eine halb aquatische Lebensweise führen

Die Gewächse, aus denen die Mangrovevegetation sich aufbaut, finden sich innerhalb des Gebietes dieser Formation nicht überall gleichförmig mit einander gemischt. So berichtet Karsten (Pag. 6): „Bei genauerer Bekanntschaft mit der Mangrove fallen unter den einzelnen Mitgliedern derselben doch gewisse Unterschiede in der Auswahl des Standortes auf. Man findet die beiden Rhizophora-Arten mit Ceriops Candolleana, Sonneratia alba, Carapa moluccensis, Lumnitzeria, Bruguiera caryophylloides und Aegiceras majus in der Regel mehr an der dem Meere zunächst liegenden Seite, während Bruguiera gymnorhiza und parvifolia, Sonneratia acida, Ceriops Roxburghiana, Carapa obovata, Nipa fruticans und Acanthus ilicifolius die Landseite zu bevorzugen scheinen. Von Avicennia kann ich weder das eine noch das andere behaupten, sie scheint überall gleich gut fortzukommen. Häufig finden sich die Vertreter der ersten Gruppe (mit Ausnahme von Aegiceras und Lumnitzeria) auch auf kleinen Korallenriffen (z. B. bei den duizend eilanden von Tandjong Priok) in reinem Salzwasser, dagegen gehen die letztgenannten, besonders Sonneratia acida, Acanthus und Nipa, weiter ins Land hinein, sie sind z. B. bei Tandjong Priok die letzten Vertreter, die man bei einer Durchquerung des Küstenwaldes dem Lande zu antrifft. Bei einer solchen Wanderung gelangt man allmählich in ein ganz anderes Vegetationsgebiet. Mehr und mehr mischen sich fremde Pflanzenformen zwischen die Mangrove und verdrängen diese schliesslich vollkommen".

Wie also die Mangrove in geographischer Hinsicht keine scharf abgegrenzte Formation darstellt, so bildet sie auch weder in morphologischer noch in biologischer Beziehung einen völlig

begrenzten Typus. In diesen beiden Punkten verhält sie sich wie alle anderen biologischen Formationen. Die Mangrovepflanzen unterscheiden sich nämlich durch kein einziges, für alle gemeinsames, inneres oder äusseres Merkmal von den übrigen Halophyten. Weder Viviparie, noch die als Athmungsorgane fungirenden Wurzeln oder Wurzelteile, auch nicht das eigentümliche System von Stelz- oder Stützwurzeln finden sich bei allen denjenigen Pflanzen, die nach sämtlichen Verfassern der Mangrove angehören. Nur ihr eigentümlicher Standort, der sich ganz im Gebiet der Flutbewegung befindet, derart, dass der Boden abwechselnd vom Wasser bedeckt und trocken gelegt wird, ist in der That der Grund dafür dass die Mangrove als eine besondere Pflanzenformation betrachtet werden kann. Demgemäss schien es dem Verfasser angemessen, in den Kreis seiner Untersuchungen auch andere Halophyten hineinzuziehen, wenn sie in der Gesellschaft der mehr typischen Mangrovepflanzen gewachsen, mit denen sie, wie im Folgenden gezeigt werden soll, in Bezug auf die Organisation der Blätter eine gewisse Uebereinstimmung zeigen. In der That dürften wohl auch die Mangrovepflanzen als die am meisten ausgeprägten Halophyten aufgefasst werden.

Besonders durch die von Lesage angestellten Untersuchungen und Kulturversuche ist es konstatirt worden, dass die für die Halophyten charakteristischen inneren Strukturverhältnisse unter Einwirkung der im Meerwasser gelösten Chloride, vor Allem des Natriumchlorids, zu Stande kommen. Die Dickenzunahme und grössere Fleischigkeit der Blätter, sowie der grössere Wasserreichtum des Mesophylls, die kräftige Ausbildung des Palissadenparenchyms, die Reduktion des intercellulären Systemes und auch nicht selten des Chlorophyllapparates, Merkmale, welche mehr oder weniger die Blätter der Halophyten auszeichnen, werden, wie aus den Experimenten hervorgeht, durch die Chloride hervorgerufen. Die oben angeführten Charaktere gehen also aus einer thatsächlichen Anpassung an die äusseren Lebensbedingungen hervor. Ausserdem hat Schimper (I, Pag. 13, 14) die grosse Uebereinstimmung im Blattbau nachgewiesen, die bei den Halophyten, besonders den Mangrovepflanzen, und bei den Xerophyten besteht, und die bei beiden Pflanzenformationen als Schutzmittel gegen Transpiration aufgefasst wird. Nach den Angaben dieses Forschers äussert sich die Uebereinstimmung darin, dass für beide Formationen folgende Merkmale gemeinsam sind: 1) eine dickwandige, stark cuticularisirte Oberhaut; 2) eingesenkte oder mit krugförmigem Vorhof versehene Spaltöffnungen; 3) Wassergewebe, manchmal von enormer Ausbildung; 4) die Enden der Gefässbündel durch Hinzutreten zahlreicher rundlicher Tracheiden mächtig erweitert; 5) das Mesophyll beinahe lückenlos und vorwiegend durch Palissaden gebildet; 6) lange Steinzellen zwischen den Palissaden zerstreut; 7) Schleimzellen bei mehreren Arten. Alle diese sonst nur bei ausgesprochenen Xerophyten bekannten und gewiss mit Recht als Schutzmittel gegen Transpiration aufgefassten Eigenschaften der Struktur sind nach Schimper am auffallendsten ausgebildet, wo die Pflanzen im reinen Seewasser wachsen, z. B. auf Korallenriffen. Derselbe Autor erwähnt mehrere Beispiele, welche beweisen, dass diese Schutzmittel mit dem Salzgehalt des Substrats zusammenhängen, und dass sie Abänderungen unterworfen sind, wenn die Halophyten im gewöhnlichen Boden kultivirt werden.

Wir haben an dieser Stelle die Auseinandersetzung Schimper's fast wörtlich wiedergegeben und wollen in diesem Zusammenhange nur beiläufig einige wenig wesentliche Bemerkungen machen, welche indessen nicht den Zweck haben sollen, die Beweiskraft der Argumentirung dieses Gelehrten in erheblicherem Grade abzuschwächen, besonders wenn es sich um die eigentlichen oder, wenn ich so sagen darf, um die konstanten Mangrovepflanzen handelt, welche auf ihren eigentümlichen Standort angewiesen sind. Jede Pflanze wird gleichzeitig von verschiedenen äusseren Verhältnissen afficirt, welche ihre äussere oder innere Organisation mehr oder weniger beeinflussen. Desshalb bin ich immer der Ansicht gewesen, dass die Uebereinstimmung in der Organisation, die unbestreitbar zwischen den Xerophyten und wenigstens gewissen Strandpflanzen existirt, in erster Linie darauf beruht, dass letztere meistens Sandpflanzen und somit auch wirkliche Xerophyten sind. Ferner möchte ich hervorheben, was ich aus eigener Erfahrung bestätigen kann, dass bei der Vergleichung der Blätter einer bestimmten Mangrovepflanze von verschiedenen

Standorten grösste Vorsicht geboten ist. Zu den von Schimper angeführten Beispielen von durch verschiedene lokale Verhältnisse bewirkten Veränderungen im Blattbaue glaubte ich nämlich ein neues hinzufügen zu können, und zwar Bruguiera eriopetala aus dem Garten in Buitenzorg und aus dem Serangoonflusse in der Nähe von Singapore. Bei der ersten Untersuchung zeigten Blätter von dem erstgenannten Fundort, verglichen mit denen aus dem Serangoonflusse, ungefähr dieselbe Verschiedenheit, welche Schimper bei Sonneratia acida von dem natürlichen Standort und aus dem Garten zu Buitenzorg gefunden hatte. Allein eine erneute Untersuchung ergab, dass jüngere Blätter aus Seerangoon etwa dieselbe Struktur besassen wie diejenigen, die mir aus dem Buitenzorger Garten zur Verfügung standen. Bei Untersuchungen dieser Art muss man also stets darauf Acht geben, dass annähernd gleichalterige Blätter oder wenigstens Blätter, die einen entsprechenden Platz an der Sprossachse eingenommen haben, gewählt werden. Indessen ist es keineswegs meine Absicht, mit dieser Bemerkung behaupten zu wollen, dass Schimper nicht diese Vorsichtsmassregel beobachtet hat, besonders, da es seiner Aufmerksamkeit nicht entgangen ist, dass die unteren Blätter der Achse einen anderen Bau als die oberen besitzen, und zwar ganz speciell bei Sonneratia.

Es kann, wie Haberlandt (Pag 190) hervorhebt, als „eine paradoxe Thatsache erscheinen, dass sich das Laub der Mangrove durch dieselben Einrichtungen, welche wir auch bei Pflanzen trockener Standorte, bei Steppen- und Wüstenpflanzen antreffen, vor zu starker Transpiration zu schützen sucht. Das ist gewiss bei Pflanzen, die eine halb aquatische Lebensweise führen, eine ganz unerwartete Schutzmassregel". Schimper hat in einer, wie es scheint, befriedigenden Weise dies merkwürdige Verhältniss zu erklären gesucht. Selbstverständlich kann die Herabsetzung der Transpiration bei den Mangrovepflanzen nicht, wie es bei den Xerophyten der Fall ist, den Zweck haben, einen Mangel an dem ihnen im Ueberflusse zu Gebote stehenden Wasser zu verhüten, sondern bei diesen Pflanzen macht sich ein Bestreben geltend, durch herabgesetzte Transpiration und durch infolgedessen verminderte Absorption von Wasser einer allzu hohen Konzentration der Chloride im Assimilationsgewebe des Blattes vorzubeugen. Allerdings ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass bei den Halophyten im Allgemeinen ein gewisser Grad von Immunität gegenüber dem Salzgehalt des Bodens vorhanden ist, allein diese Immunität muss natürlich ihre Grenzen haben. Durch die Kulturversuche Schimper's mit Kochsalz, Salpeter und normalen Nährsalzgemischen ist es auch festgestellt worden, dass Lösungen dieser Salze über eine gewisse, nach der Pflanzenart wechselnde Konzentration hinaus, den Tod, zunächst des Laubes hervorrufen, schon weit unterhalb dieser Konzentration aber die Assimilation derart beeinträchtigen, dass Stärke und Zucker in nachweisbarer Menge nicht mehr erzeugt, Wachstum, Blütenbildung etc. ganz oder nahezu sistirt werden, obwohl die Pflanze längere Zeit fortexistiren kann und sich überhaupt ähnlich verhält, wie in destillirtem Wasser oder in kohlensäurefreier Luft.

Unter denjenigen Struktureigentümlichkeiten der Halophyten, die, wie oben angegeben, nach Schimper eine Herabsetzung der Transpiration bewirken sollen, dürfte wohl hauptsächlich die Beschaffenheit der Epidermis, der Spaltöffnungen und des Mesophylls in dieser Beziehung einen Einfluss ausüben. Wassergewebe sowie Speichertracheiden, Sklereiden und Schleimzellen, die auch bei vielen Xerophyten vorhanden sind, dürften wohl entweder unter der Einwirkung der verminderten Wasserabgabe entstanden sein oder auch auf andere Weise in genetischem Zusammenhange mit den auf eine Herabsetzung der Transpiration abzielenden Strukturverhältnissen stehen, sind aber an sich nicht direkte Schutzmittel gegen diesen Vorgang. Es dürften auch, wie im Folgenden gezeigt werden soll, diese Einrichtungen einen wesentlich anderen Sinn haben.' Ebenso dürfte wohl das Verhältniss zwischen Halophyten und Xerophyten am richtigsten in der Weise ausgedrückt werden, dass beide Pflanzengruppen in höherem oder geringerem Grade Schutzmittel gegen Transpiration nötig haben, und dass diese Mittel innerhalb der beiden Pflanzenformationen einigermassen gleichartig sind. Allein der mit der Verminderung der Wasserabgabe beabsichtigte Zweck ist für beide wesentlich verschieden. Durch

die Herabsetzung der Transpiration werden nämlich die Xerophyten gegen Austrocknung, die Halophyten aber gegen eine ihrer Assimilation schädliche Anhäufung von Chloriden geschützt. Die Xerophyten nehmen aus ihrem wasserarmen Substrate soviel Wasser wie sie nur können auf und gehen damit sehr sparsam um. Die Halophyten dagegen suchen durch eine verminderte Wasserabgabe, ebenso wie gewisse Sumpfpflanzen mit xeromorpher Struktur, die Wasserzufuhr aus dem wasserreichen Boden, in dem sie leben, herabzusetzen.

Bei einem näheren Vergleiche zwischen den mehr ausgeprägten Xerophyten und den Halophyten wird man indessen finden, dass bei jenen die Schutzmittel gegen Austrocknung weit mannigfaltiger und viel kräftiger sind als bei diesen. So, um nur einige besonders prägnante Beispiele anzuführen, haben bei den Xerophyten die vorzugsweise transpirirenden Organe eine sehr dichte Filzbedeckung, oder sie sind von einer Wachsschicht überzogen, oder die Spaltöffnungen befinden sich in Furchen oder Höhlen an der unteren Fläche des Blattes (vergl. Tschirch), oder die Blätter besitzen die Fähigkeit, in verschiedener Weise ihre Ränder herabzufalten oder sich zusammenzurollen, wodurch bewirkt wird, dass sich die Spaltöffnungen in etwa derselben Lage befinden, als ob sie in Furchen oder andere Vertiefungen eingesenkt wären. Selten oder niemals finden wir solche Struktureigentümlichkeiten bei den Halophyten wieder; wenn aber eine derartige Konstruktion einmal vorkommen sollte, so steht sie sicher damit in Zusammenhang, dass die Pflanze an sandigen Meeresufern vorkommt. Dazu werden diejenigen auf die Herabsetzung der Transpiration abzielenden Einrichtungen, die den Xerophyten und Halophyten gemeinsam sind, bei diesen selten so scharf ausgeprägt wie bei jenen, auch finden sie sich nicht bei allen Halophyten. Insbesondere drei unter den von mir untersuchten Strandpflanzen, und von diesen zwei typische Mangrovepflanzen, haben eine ziemlich ausgeprägte xeromorphe Organisation und zwar Aegiceras majus, Avicennia nitida und Scolopia sp. Das erstgenannte, Aegiceras, hat besonders auf der oberen Blattfläche eine ungewöhnlich dickwandige Oberhaut mit vollständig cuticularisirten Wänden, ein sehr dickwandiges Hypoderma und ein kleinzelliges Schwammparenchym, in dem das intercelluläre System wenig ausgebildet ist, wozu kommt, dass die Spaltöffnungen tiefer als gewöhnlich eingesenkt und so dickwandig sind, dass sie fast unbeweglich erscheinen. Avicennia nitida hat auch, besonders an der oberen Fläche, eine ungewöhnlich dickwandige Epidermis, deren Aussenwand völlig cuticularisirt ist, ein sehr mächtiges Palissadenparenchym mit einem wenig lacunösem Schwammparenchym und eigentümliche, regenschirmförmige Trichome, die an der unteren Blattfläche eine so dichte Bekleidung bilden, dass die Spaltöffnungen völlig verdeckt werden. Dieser Schutz bringt es mit sich, dass, wie es auch bei den Xerophyten gewöhnlich ist, die Aussenwand der Oberhaut an der unteren Fläche sehr dünn wird und die Spaltöffnungen fast in derselben Ebene wie die Epidermiszellen zu liegen kommen. Scolopia sp. zeichnet sich auch durch eine ziemlich ausgeprägte Xerophytenstruktur aus. Die Aussenwand der Epidermis der oberen Blattfläche ist nämlich ungewöhnlich dick und völlig cuticularisirt, das intercelluläre System des Schwammparenchyms ist wenig ausgebildet, und die Spaltöffnungen, welche auf dem gleichen Niveau wie die Oberhautzellen gelegen sind, zeichnen sich durch einen hohen Grad von Dickwandigkeit aus und sind so klein, dass sie erst bei ziemlich starker Vergrösserung sichtbar werden.

I. Allgemeine Uebersicht über die Formveränderungen der parenchymatischen Gewebe des Blattes.

Wir wenden uns jetzt zur Schilderung der allgemeinen Beschaffenheit der Gewebe bei denjenigen Pflanzen, welche den Gegenstand dieser Untersuchung ausmachen, insofern die Beschaffenheit dieser Gewebe von äusseren Verhältnissen beeinflusst wird.

1. Epidermis.

Die Aussenwand der Oberhautzellen ist allerdings im Allgemeinen ziemlich dick, besonders bei Avicennia nitida (IV, 2), *) Aegiceras majus (IV, 15), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1 und 2), Rhizophora mucronata (I, 24), R. conjugata und R. Mangle (II, 1), Kandelia Rheedii (IX, 1), Ceriops Candolleana (III, 1), Bruguiera eriopetala (II, 18), B. gymnorhiza (II, 6), B. caryophylloides (III, 1), Lumnitzeria racemosa (XII, 1), L. coccinea (XIII, 7), Sonneratia caseolaris (XIII, 10), Scolopia sp. (VI, 13), jedoch bei anderen, wie Carapa obovata (III, 14) und Acanthus ilicifolius (V, 1), ist sie merkbar dünner. Dagegen ist bei den übrigen von mir bei dieser Gelegenheit untersuchten Pflanzen die Aussenwand der Oberhaut kaum dicker als bei anderen Gewächsen. Dies ist der Fall bei Laguncularia racemosa (XI, 1), Conocephalus erecta (X, 1 und 2), Pemphis acidula (XII, 1 und 2), Excoecaria Agallocha (VII, 12), Anona palustris (VII, 2), Derris uliginosa (VIII, 1 und 2) und Herpestis Monnieria (VIII, 9). Da mit Ausnahme der beiden letztgenannten Arten das Mesophyll bei diesen Pflanzen isolateral gebaut ist, so ist es naheliegend anzunehmen, dass die Dünnwandigkeit der Oberhaut mit der Isolateralität, die bis zu einem gewissen Grade beim Herabsetzen der Wasserverdunstung mitwirkt, zusammenhängt. Demgegenüber kann darauf hingewiesen werden, dass Derris und Herpestis, deren Mesophyll dorsiventral gebaut ist, trotzdem eine dünnwandige Epidermis besitzen, wie denn auch, dass dies Gewebe bei Kandelia, Scolopia sp., Lumnitzeria racemosa, L. coccinea und Sonneratia caseolaris, deren Mesophyll ebenfalls isolateral ist, aussergewöhnlich dickwandig ist. Warming (III, Pag. 239) hat auch bei seinen Halophytenstudien gefunden, dass die Oberhaut der Blätter bei den Halophyten eine mittelmässig dicke, wenig cuticularisirte Aussenwand besitzt, und dass, wenn die Aussenwand dick ist, was bei im Sande lebenden Strandpflanzen der Fall ist, jene Dickwandigkeit als eine Folge der Anpassung an sandige Standorte aufzufassen ist. In den meisten Fällen dürfte wohl diese Eigenschaft der Epidermis unter der Einwirkung starker Insolation entstanden sein, und demgemäss findet sie sich auch bei solchen Pflanzen, die weder Strand- noch Sandpflanzen sind. Auch bei wintergrünen Blättern von Pflanzen, die in Gegenden mit kaltem Klima leben, wird die Aussenwand der Epidermis sehr dick und stark cuticularisirt. Damit soll natürlich nicht gesagt werden, dass eine dickwandige Oberhaut nicht im gewissen Grade dazu beiträgt, die Wasserverdunstung herabzusetzen, sondern nur, dass das Vorhandensein einer so beschaffenen Epidermis für das Gedeihen der Halophyten überhaupt keine unerlässliche Bedingung ist.

Was wiederum die Cuticularisirung der Membranen der Epidermiszellen betrifft, so kann diese mehr oder weniger vollständig sein. Auch in dieser Beziehung finden sich innerhalb dieser biologischen Formation zahlreiche Bindeglieder zwischen solchen Oberhautzellen, in denen sämtliche Wände cuticularisirt sind und solchen, deren Wände, abgesehen von der Cuticula der Aussenwand, ganz und gar aus Cellulose bestehen. Es scheint indessen allgemeine Regel zu sein, dass die Epidermiszellen der oberen Blattfläche eine weitergehende Cuticularisirung der Wände als die der unteren Seite aufweisen. Wenn die Aussenwand sehr dick ist, so sind in der Regel die Wände der Oberhautzellen vollständiger cuticularisirt. So sind z. B. bei den Rhizophora-Arten, Ceriops Candolleana, Kandelia Rheedii, Conocarpus erecta, Carapa obovata und bei Aegiceras majus sämtliche Wände der Oberhautzellen an der oberen Blattfläche vollständig cuticularisirt, ebenso, mit Ausnahme der Innenwand, bei Bruguiera eriopetala, Avicennia nitida und Scolopia sp. Bei Pemphis acidula und Sonneratia caseolaris ist die Aussenwand vollständig cuticularisirt, die übrigen Wände aber sind unverändert; bei Acanthus ilicifolius, Scyphiphora caryophyllacea und

*) Die römische Ziffer bezeichnet die Tafel, die arabische die betreffende Figur.

Anona palustris ist die Aussenwand, mit Ausnahme der innersten Schicht, cuticularisirt, die übrigen Wände sind unverändert, und bei Excoecaria Agallocha, Herpestis Monnieria und Derris uliginosa sind sämtliche Wände, natürlich mit Ausnahme der Cuticula, unverändert.

Nur bei drei Arten sind die Zwischenwände undulirt, wodurch die Epidermiszellen gross werden und an Flächenschnitten einen unregelmässigen Umriss bekommen; es sind dies Anona palustris (VII, 3), Herpestis Monnieria (VIII, 13) und Excoecaria Agallocha (VII, 15). Die übrigen Arten haben alle gerade Zwischenwände in der Epidermis, so dass die Zellen selbst, von der Oberfläche gesehen, mehr oder weniger regelmässig polygonal werden. Die Grösse dieser Zellen ist sehr wechselnd. Am kleinsten sind sie bei allen Rhizophora- und Bruguiera-Arten, Kandelia Rheedii, Ceriops Candolleana, Avicennia nitida, Scolopia sp. und Carapa obovata. Die grössten Oberhautzellen finden sich bei Derris uliginosa, Herpestis Monnieria, Pemphis acidula, Scyphiphora caryophyllacea und Acanthus ilicifolius. Bezüglich der Grössenverhältnisse der Oberhautzellen dürfte das Folgende der Erwähnung wert sein. Eine merkbar grössere Oberfläche an der oberen als an der unteren Seite haben die Epidermiszellen bei Scyphiphora caryophyllacea, Scolopia sp., Acanthus ilicifolius, Aegiceras majus, Excoecaria Agallocha und Bruguiera gymnorhiza. In Bezug auf die Höhe im Querschnitt sind die Epidermiszellen der Oberseite höher als die der Unterseite bei Anona palustris, Bruguiera gymnorhiza, B. eriopetala, B. caryophylloides, Excoecaria Agallocha, Acanthus ilicifolius, Aegiceras majus, Derris uliginosa und Scolopia sp. Ebenso hoch an der unteren Blattfläche oder sogar noch höher wie an der oberen sind die Oberhautzellen der Avicennia nitida, Pemphis acidula, Scyphiphora caryophyllacea, Laguncularia racemosa, der Rhizophora-Arten und Conocarpus erecta.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass das bei manchen Mangrovepflanzen auftretende hypodermoidale Wassergewebe aus tangentialen Teilungen in der Epidermis entstanden ist, was ich indessen wegen Mangel an günstigem Material nicht habe konstatiren können. Allein wenn auch das Hypoderma diesen Ursprung haben würde, so tritt es doch in seinem entwickelten Zustande als ein von der Oberhaut scharf getrenntes Gewebe hervor. Eine wahrhaft doppelte Epidermis kommt nur bei einer einzigen der hier abgehandelten Pflanzen, und zwar bei Kandelia Rheedii, vor, wo dieselbe zusammen mit einem einschichtigen Hypoderma auf beiden Seiten der Blätter auftritt (IX, 1).

Die Spaltöffnungen befinden sich fast immer an der unteren Blattfläche. Wenn das Mesophyll isolateralen Bau besitzt, trifft man sie auch an der oberen Seite des Blattes. Dies ist jedoch nicht immer der Fall, denn bei Anona palustris, Scolopia sp. und Excoecaria Agallocha fehlen die Spaltöffnungen an der Oberseite. Doch ist, wie später gezeigt werden soll, die Isolateralität bei diesen Arten nicht so vollständig wie bei den übrigen. Ähnliches gilt auch von Kandelia Rheedii, obwohl die Isolateralität bei dieser Art vollständiger ist als bei jenen. Nur eine Art, Herpestis Monnieria, deren Blätter eine allerdings wenig ausgeprägte Dorsiventralität aufweisen, besitzt auch an der Oberseite Spaltöffnungen. Dies beruht wahrscheinlich teils auf der Beschaffenheit der Pflanze an sich, teils auf den äusseren Verhältnissen, unter welchen sie lebt. Herpestis ist nämlich nach Börgesen (l. c. Pag. 52) eine kleine, krautartige und auf feuchter Erde in den Lagunen zwischen Rhizophora Mangle wachsende, kriechende Pflanze, und solche Pflanzen führen in der Regel Spaltöffnungen auch an der Oberseite der Blätter.

Die Spaltöffnungen der meisten der in diesem Zusammenhange zu besprechenden Pflanzen werden von Nebenzellen umgeben. Ausnahmen von dieser Regel bilden indessen Conocarpus erecta, Aegiceras majus und Scolopia sp. Die Anzahl der Nebenzellen ist meistens zwei; sie sind gewöhnlich so orientirt, dass sie die Seiten der Spaltöffnung begrenzen, z. B. Anona palustris, Scyphiphora caryophyllacea, Derris uliginosa und Excoecaria Agallocha, oder sie

begrenzen die Enden der Spaltöffnungen, wie bei Avicennia nitida und Acanthus ilicifolius. Bei Laguncularia racemosa, Bruguiera gymnorhiza und den Rhizophora-Arten finden sich mehrere, kranzförmig angeordnete Nebenzellen. Verschiedene Uebergänge zwischen dieser und jener Gruppirungsweise der Nebenzellen sind vorhanden. Die grösste Variation in Bezug auf die Lage und Anzahl der Nebenzellen findet sich bei der Laguncularia racemosa, bei welcher Heiden (S. 353 u. f.), wahrscheinlich aus diesem Grunde, die Nebenzellen vermisst. Die Abbildung (XI, 7) dürfte diese Variation einigermassen veranschaulichen. Auch bei Derris uliginosa waltet eine gewisse Unbestimmtheit in Bezug auf die Anzahl der Nebenzellen, von denen entweder die eine oder beide in zwei Zellen geteilt sind.

Tief, obwohl nicht in so hohem Grade wie bei manchen Xerophyten, in die Blattfläche eingesenkt, sind die Spaltöffnungen bei Anona palustris (VII, 11), bei den Rhizophora-Arten (I, 7, II, 3, 5), Bruguiera gymnorhiza (II, 15), B. eriopetala (II, 16), Kandelia Rheedii (IX, 10), Ceriops Candolleana (III, 13) und Sonneratia caseolaris (XIII, 17). Eingesenkt, aber nicht so tief wie bei den vorigen, sind sie bei Bruguiera caryophylloides (III, 3), Avicennia nitida (IV, 12), Aegiceras majus (IV, 28), Laguncularia racemosa (X, 7), Pemphis acidula (XI, 17), Lumnitzeria racemosa (XII, 7), Lumnitzeria coccinea (XIII, 9). Dagegen liegen sie auf dem Niveau der Oberhaut oder sogar oberhalb dieser bei Carapa obovata (III, 23), Conocarpus erecta (IX, 17), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 10), Acanthus ilicifolius (V, 11), Scolopia sp. (VI, 24), Derris uliginosa (VIII, 8), Herpestis Monnieria (VIII, 18) und Excoecaria Agallocha (VII, 22). Das letztere ist im Allgemeinen auch der Fall bei den Halophyten (Warming III, Pag. 24).

Unbestreitbar ist es ein bemerkenswertes Verhältniss, dass die Schliesszellen des Spaltöffnungsapparates — wir bedienen uns hier der Terminologie de Bary's (l. c. Pag 37, 38) — bei den Gewächsen, die den Gegenstand der vorliegenden Untersuchung gebildet haben, einen so erheblichen Formenwechsel aufweisen, während diese Zellen bei den von Warming (III) beschriebenen Strandpflanzen, nach den Abbildungen zu urteilen, einen sehr einfachen und gleichförmigen Bau besitzen. Bei allen diesen Pflanzen sind die Eingangsleisten sehr klein und bilden an Querschnitten zahnförmige Vorsprünge, die entweder nach oben gerichtet oder schwach gegen einander gebogen sind; Ausgangsleisten fehlen entweder oder sind nur durch kleinere Vorsprünge angedeutet. Die einzige Variation, welche die Schliesszellen aufzeigen, betrifft ihre Lage, ihre grössere oder geringere Dickwandigkeit, sowie ihre Grösse im Verhältniss zu den Nebenzellen oder den angrenzenden Epidermiszellen. Die meisten Mangrovepflanzen, von denen hier die Rede ist, zeichnen sich dagegen durch grosse, gut ausgebildete und mehr oder weniger hornförmig gegen einander gebogene Eingangsleisten aus, wodurch eine enge Spalte (Tschirch's Eisodialöffnung) nach innen zum Vorhof hinführt. Diese Leisten sind bald fast unmittelbar nach innen gebogen, in welchem Falle sie kurz sind, wie bei Conocarpus erecta (IX, 19), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 10), Acanthus ilicifolius (V, 11), Derris uliginosa (VIII, 8), Scolopia sp. (VI, 24), Pemphis acidula (XI, 17), Lumnitzeria racemosa (XII, 1), bald unten aufrecht und an der Spitze eingebogen, wie bei Anona palustris (VII, 11), Laguncularia racemosa (X, 2), Rhizophora-Arten (I, 17, II, 3 und 5), Bruguiera-Arten (II, 10 und 16, III, 3), Kandelia Rheedii (IX, 10), Ceriops Candolleana (III, 13), Aegiceras majus (IV, 28), Avicennia nitida (IV, 12), Lumnitzeria racemosa (XIII, 12) und Excoecaria Agallocha (VII, 22). Bei Bruguiera gymnorhiza (II, 10) und B. eriopetala (II, 16), wie auch bei Ceriops Candolleana (III, 13), findet sich an der Innenseite jeder Eingangsleiste ein längerer oder kürzerer leistenförmiger Vorsprung, der besonders bei der erstgenannten Art bewirkt, dass der Vorhof in zwei Kammern zerlegt wird, und zwar eine äussere kleinere und eine innere grössere Kammer, welche durch eine enge Spalte

mit einander kommuniziren. An den Spaltöffnungen der Kandelia Rheedii findet sich kein innerer Vorsprung an den Eingangsleisten, anstatt dessen aber an ihrer Innenseite eine dicke Anschwellung, weshalb der Vorhof gegen die Spalte scharf abgegrenzt wird. Ein sehr kleiner Vorsprung findet sich ebenfalls auf der Innenseite der Eingangsleisten bei Aegiceras majus. Die Eingangsleisten von Carapa obovata (III, 23) und Sonneratia caseolaris (XIII, 17) sind sehr kurz und dick, fast gerade vorgestreckt. Bei allen jetzt besprochenen Arten haben diese Leisten eine sehr dicke Basis, aber bei Herpestis Monnieria (VIII, 18) sind sie unten sehr schmal und werden dadurch fast krallenförmig.

Ausgangsleisten an den Schliesszellen fehlen bei Carapa obovata, Aegiceras majus, Scolopia sp., Kandelia Rheedii, Avicennia nitida, Acanthus ilicifolius, Excoecaria Agallocha, Derris uliginosa, und sind nur schwach angedeutet bei Conocarpus erecta, Scyphiphora caryophyllacea, Pemphis acidula und Herpestis Monnieria. Besser ausgebildet sind diese Leisten bei Anona palustris, Lumnitzeria racemosa und Laguncularia racemosa. Wenn die Nebenzellen unterhalb der Schliesszellen verlängert sind und dann, wie es öfters der Fall ist, die unteren Enden dieser Zellen umfassen, so ereignet sich das meines Wissens bis jetzt nicht erwähnte Vorkommniss, dass die Ausgangsleisten von den unteren Enden der Nebenzellen ausgehen. Am allerdeutlichsten tritt dies Verhältniss bei Ceriops Candolleana, Sonneratia caseolaris, Bruguiera gymnorhiza, B. eriopetala, B. caryophylloides und bei den drei Rhizophora-Arten hervor. An den Nebenzellen bei Kandelia Rheedii sind derartige Ausgangsleisten nur schwach angedeutet. Bei Pemphis acidula sind Ausgangsleisten, obwohl schwach ausgebildet, sowohl an den Schliesszellen wie an den Nebenzellen vorhanden. Noch eigentümlicher sind die Spaltöffnungen der Scyphiphora caryophyllacea, bei welcher sie in zwei verschiedenen Formen auftreten. Bereits an Flächenschnitten beobachtet man grössere und kleinere derartige Organe. Letztere (VI, 9) haben nur eine enge spaltenförmige Öffnung und werden von kleineren Nebenzellen umgeben. An Querschnitten (VI, 10) konstatirt man, dass die Schliesszellen dieser Spaltöffnungen ziemlich dickwandig sind, so dass ihr Lumen recht klein wird, und dass sie wohl ausgebildete Eingangs- und Ausgangsleisten, von denen letztere hakenförmig nach oben gebogen, besitzen. Die Spaltöffnungen des zweiten Typus zeigen an Flächenschnitten (VI, 8) eine grosse, ovale Öffnung und werden von grossen Nebenzellen umrandet. Ihre Schliesszellen (VI, 11) sind aussergewöhnlich dünnwandig, haben ein grosses Lumen und besitzen wie jene sowohl Eingangs- wie Ausgangsleisten, von denen letztere sehr klein, zahnförmig sind und nicht vom untersten Ende der Schliesszellen, sondern weiter nach oben an ihrer Innenseite ihren Ursprung nehmen. Ausserdem finden sich Ausgangsleisten auch an den Nebenzellen, jedoch diese befinden sich auch nicht am unteren Teile dieser Zellen, sondern weiter nach oben an ihrer Innenseite und in der Nähe der Schliesszellen. Sie sind ziemlich lang, spitz und aufwärts gerichtet. Durch diese Einrichtung wird der Hinterhof sehr scharf abgegrenzt und zwar sowohl nach innen gegen die Atemhöhle wie nach aussen gegen den Spaltendurchgang.

Eine grosse Variation findet sich in Bezug auf die grössere oder geringere Dicke der Wände bei den Schliesszellen. Die dicksten Wände besitzen diese Zellen bei Scolopia sp., Carapa obovata Aegiceras majus, Anona palustris, Bruguiera caryophylloides, Pemphis acidula, Scyphiphora caryophyllacea (die kleineren Spaltöffnungen), Kandelia Rheedii, Ceriops Candolleana, Derris uliginosa, Lumnitzeria racemosa, L. coccinea und Herpestis Monnieria. Besonders Aegiceras, Carapa und Scolopia fallen durch die aussergewöhnliche Dickwandigkeit der Schliesszellen auf; bei den beiden letzteren Arten ist das Lumen sogar auf eine enge, nach oben etwas bogenförmige Querspalte, die erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbar wird, reduzirt. Ziemlich dünnwanndig sind dagegen diese Zellen bei den drei Rhizophora-Arten, Bruguiera gymnorhiza und B. caryophylloides, Avicennia nitida, Acanthus

ilicifolius, Scyphiphora caryophyllacea (die grösseren Spaltöffnungen), Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta und Excoecaria Agallocha, bei welcher die Schliesszellen am unteren Ende doch stark verdickt sind. Was das Grössenverhältniss zwischen Schliesszellen und Nebenzellen betrifft, so sind erstere durchschnittlich in allen Dimensionen kleiner, ja in vielen Fällen höchst erheblich kleiner als die Nebenzellen. Von dieser Regel macht nur Aegiceras majus eine Ausnahme. Die Nebenzellen sind hier oft an jeder Seite um die Schliesszellen in zwei Zellen, von denen die eine auf die andere gestellt ist, geteilt. Die Schliesszellen bei den drei Rhizophora-Arten, Bruguiera caryophylloides, B. eriopetala und B. gymnorhiza, Avicennia nitida und Laguncularia racemosa werden sowohl an der unteren wie auch teilweise an der oberen Seite von den Nebenzellen umschlossen. Die Schliesszellen der Spaltöffnungen von Anona palustris, Ceriops Candolleana und Kandelia Rheedii befinden sich etwa an der Mitte der Innenwände der Nebenzellen, und bei Acanthus ilicifolius, Conocarpus erecta, Derris uliginosa, Excoecaria Agallocha, Herpestis Monnieria, Pemphis acidula, Scyphiphora caryophyllacea, Carapa obovata und Scolopia sp. sind die Schliesszellen am oberen Ende der Innenwände der Nebenzellen befestigt. Ja, bei den beiden letzterwähnten Pflanzen ruhen die Schliesszellen oben auf den Nebenzellen. Aeusserst kleine Schliesszellen haben vor Allem Derris uliginosa, Excoecaria Agallocha, Herpestis Monnieria und Scolopia sp.

2. Das assimilatorische Mesophyll.

Von allen hier abgehandelten Halophyten haben Kandelia Rheedii (IX, 1), Lumnitzeria coccinea (XIII, 1), L. racemosa (XII, 5), Sonneratia caseolaris (XIII, 1), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1, 2), Derris uliginosa (VIII, 1, 2) und Herpestis Monnieria (VIII, 1) das am meisten grosszellige Mesophyll. Auch bei Acanthus ilicifolius (V, 1), Laguncularia racemosa (XI, 1), Conocarpus erecta (XI, 1, 2), Pemphis acidula (XII, 1, 2) ist dies Gewebe ziemlich grosszellig. Sehr kleinzellig ist das Mesophyll dagegen in den Blättern von Avicennia nitida (IX, 2), Aegiceras majus (IV, 15) und vor Allem Scolopia sp. (VI, 13). Zwischen diesen Extremen nehmen die drei Rhizophora-Arten (I, 24, II, 1), Bruguiera caryophyllacea (III, 1), B. eriopetala (II, 18, 19) und B. gymnorhiza (II, 6), Ceriops Candolleana (III, 4), Carapa obovata (III, 14), Anona palustris (VII, 2) und Excoecaria Agallocha (VII, 2) eine Mittelstellung ein. Die Grössenverhältnisse können indessen, wie im Folgenden gezeigt werden soll, erheblich verändert werden, wenn zuletzt die Wasserspeicherung zur Hauptaufgabe der Blätter wird.

Das Mesophyll ist bei der Mehrzahl dorsiventral, mit Ausnahme von Kandelia Rheedii, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta, Lumnitzeria racemosa, L. coccinea, Sonneratia caseolaris, S. lanceolata und Pemphis acidula, bei welchen es isolateral ist, indem das Palissadengewebe auf beiden Seiten der Blätter ungefähr gleich mächtig ist und Spaltöffnungen an beiden Oberflächen vorhanden sind.

Eine weniger durchgeführte Isolateralität findet sich auch bei Anona palustris (VII, 2), Excoecaria Agallocha (VII, 12) und Scolopia sp. (VI, 13), in deren Blättern das Palissadengewebe an der unteren Seite viel schwächer entwickelt ist und an der oberen Seite die Spaltöffnungen fehlen.

Das Palissadenparenchym

in Blättern mit dorsiventralem Mesophyll ist im Verhältniss zum Schwammparenchym von sehr wechselnder Mächtigkeit. Am stärksten ausgebildet ist dies Gewebe bei Avicennia nitida, wo es mehr als zwei Drittel der ganzen Höhe des Mesophylls einnimmt. Diese Pflanze hat auch in höherem Grade als irgend welche andere einen xeromorphen Charakter. Aegiceras majus kommt in dieser Beziehung der vorigen am nächsten, indem das Palissadengewebe

hier merkbar höher ist als das Schwammparenchym. Auch bei Rhizophora mucronata ist das Palissadenparenchym nicht selten etwas höher, bei allen übrigen aber merkbar niedriger als das Schwammparenchym. Am nächsten kommen in Bezug auf die Höhe des Palissadenparenchyms im Verhältniss zum Schwammparenchym Acanthus ilicifolius, Scyphiphora caryophyllacea, Bruguiera caryophylloides, B. eriopetala, B. gymnorhiza, Rhizophora conjugata und Rhizophora Mangle. Das niedrigste Palissadengewebe findet sich bei Ceriops Candolleana, Carapa obovata, Derris uliginosa und Herpestis Monnieria. Bei den beiden erstgenannten beträgt es ungefähr $^1/_3$, bei Derris $^1/_4$ und bei Herpestis nur $^1/_6$ der Höhe des Mesophylls. Meistens ist die Grenze zwischen Palissaden- und Schwammparenchym ziemlich scharf markirt, wenn jenes nur aus einer einzigen Schicht besteht.

Das Palissadengewebe der Rhizophora-Arten zeigt das eigentümliche Verhalten, dass sowohl seine untere wie obere Grenze nicht eine gerade, sondern fast eine Zickzacklinie bildet, was dadurch zu Stande kommt, dass sowohl in diesem Gewebe wie in dem angrenzenden Hypoderma zuletzt eine Längsstreckung der Zellen stattfindet, wodurch sie sich zwischen einander einkeilen. Etwas Aehnliches findet auch bei Derris uliginosa statt, die auch nur eine einzige Schicht Palissadenzellen besitzt, obwohl sich diese nicht so scharf vom unterliegenden Gewebe abhebt. Wenn die Palissadenzellen sehr lang sind, wie bei den Rhizophoreen, werden sie auch einmal oder wiederholt septirt, allein da die durch diese Zellteilung entstehenden Tochterzellen in einer Reihe liegen und also das Bild einer einzigen Zelle geben, halte ich es für angemessen, ein solches Gewebe als einreihig zu betrachten. Offenbar hat sich in diesem Falle die Teilung in einem so vorgerückten Stadium der Blätterentwicklung abgespielt, dass das Wachstum durch die Streckung der Zellen fast abgeschlossen war, wodurch die, wenn ich so sagen darf, meristematische Lage der Tochterzellen erhalten werden konnte. Allerdings ist, so viel ich habe finden können (l. c. S. 39), auch das mehrreihige Palissadenparenchym durch Querteilung einer einzigen Initialschicht entstanden; allein die Teilung hat in diesem Falle in einem früheren Stadium und vor dem später erfolgenden Zuwachs durch Zellstreckung stattgefunden. Selten ist dies Gewebe mehrreihig, wenn aber dies der Fall ist, kann auch die Grenze zwischen Palissaden- und Schwammparenchym ziemlich scharf sein, wie bei Acanthus ilicifolius (V, 1) mit 2 und Carapa obovata (III, 14) mit 3 Schichten von Palissaden. Oft ist aber die Grenze zwischen diesen beiden Geweben schwer zu bestimmen, wenn die Palissaden mehrere Schichten bilden, wie bei Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1) mit 2—4 und Avicennia nitida (IV, 2) mit 4—5 Schichten. In der Regel sind die Zellen der obersten Schicht die höchsten, und die Höhe nimmt allmählich nach unten ab; doch scheinen bei Scyphiphora caryophyllacea die Palissadenzellen der zweiten Reihe (von oben gerechnet) im Allgemeinen etwas höher als die der obersten Reihe zu sein. Hingegen hat Warming (l. c. Pag. 243) die Beobachtung gemacht, dass bei mehreren Halophyten die Palissadenzellen in den unteren Reihen höher sind als in den oberen.

Besonders die Rhizophoreen und vor Allem die Rhizophora-Arten zeichnen sich durch ihre hohen und dabei sehr schmalen Palissadenzellen, deren Höhe oft 20—26 mal grösser als die Weite sein kann, aus. Auch die Bruguiera-Arten besitzen sehr hohe Palissadenzellen, die sogar bedeutend höher als bei den Rhizophora-Arten sein können, obwohl sie bedeutend weiter sind. Die höchsten Palissadenzellen findet man bei B. eriopetala (II, 18) und zwar in den älteren Blättern, wo sie sogar 22 mal höher als weit sind; bei B. gymnorhiza (II, 6) sind sie 17—18 mal, allein bei B. caryophylloides (III, 1) nur achtmal höher als weit, was vielleicht darauf beruht, dass die Pflanze auf einem trockenerem Standort lebt. Denn dass die Höhe der Palissadenzellen von der grösseren oder geringeren Wasserzufuhr des Standortes oder vom grösseren oder geringeren Salzgehalt des Wassers beeinflusst wird, das geht mit Bestimmtheit aus der Thatsache hervor, dass in den Blättern von B. eriopetala aus dem Buitenzorger Garten die Palissadenzellen fast dreimal niedriger als in den

Blättern von Serangoon waren und ihre Höhe nur achtmal grösser als die Weite. In den Blättern von Ceriops Candolleana (III, 4) sind die Palissadenzellen ebenfalls recht hoch, dabei aber auch ziemlich weit, so dass ihre Höhe die Weite nur etwa um das siebenfache übertrifft. Auch die Palissadenzellen der oberen Reihe bei Acanthus ilicifolius (V, 1) sind sehr hoch, aber gleichzeitig weit; sie sind nämlich nur um ein Drittel niedriger als bei Bruguiera eriopetala, obgleich viel weiter, so dass ihre Höhe knapp achtmal grösser als die Weite ist. In der unteren Reihe sind die Zellen um die Hälfte niedriger, aber ungefähr gleich weit In den Blättern von Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1) sind die Palissadenzellen der beiden Reihen sowohl an Höhe wie an Weite fast gleich gross, und zwar doppelt so hoch wie weit. Bemerkenswert ist auch, dass die Palissadenzellen bei dieser Pflanze nicht, wie bei den in diesem Zusammenhange vorher genannten Pflanzen wie auch bei Aegiceras majus, regelmässig cylindrisch sind, sondern dass die Weite der Zelle erheblich auf verschiedener Höhe wechselt. Dasselbe Verhältniss findet sich auch bei den Palissadenzellen von Carapa obovata, Avicennia nitida, Derris uliginosa und vor Allem bei Herpestis Monnieria. Alle diese Pflanzen, wie auch Aegiceras majus, zeichnen sich durch im Verhältniss zur Weite sehr niedrige Palissadenzellen aus. Ihre Höhe übertrifft die Weite etwa um das Doppelte, ja bei Derris sind sie noch niedriger, indem die Höhe kaum ein Drittel grösser als die Weite ist.

In Blättern mit dorsiventralem Mesophyll stehen die Palissadenzellen, besonders mit ihren oberen Enden, sehr dicht zusammen, so dass keine Zwischenräume vorhanden sind, und die Zellen im Querschnitt mehr oder weniger polygonal oder rund werden. Hingegen können die unteren Enden der Palissadenzellen durch Zwischenräume getrennt sein. Wenn mehrere Schichten von Palissadenzellen vorhanden sind, so ist es meistens der Fall, dass die Zwischenräume gegen das Schwammparenchym zu an Zahl und Grösse zunehmen. In verschiedenen Fällen sind jedoch grössere oder kleinere Intercellularräume vorhanden, wobei diese grösser in den unteren Schichten sind, falls solche vorhanden. So ist der Fall bei Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1), wo zwei oder mehrere Palissadenschichten vorhanden sind, und bei Derris uliginosa (VII, 26) mit nur einer Palissadenreihe. Bei beiden Arten sind die Palissadenzellen im Querschnitt rund oder länglich. Aegiceras majus weicht durch die Querschnittsform der Palissadenzellen wesentlich von allen übrigen Arten ab. Sie führen nämlich (IV, 19, 20) kleine Ausstülpungen, durch welche sie mit einander in Communication stehen und wodurch kleine Intercellularräume, die in den inneren Palissadenschichten grösser werden, entstehen. An Tangentialschnitten sind deshalb diese Zellen denen des Schwammparenchyms sehr ähnlich Auch das einreihige Palissadenparenchym in den Blättern von Herpestis Monnieria (VIII, 10) weicht ganz erheblich von dem Palissadenparenchym der übrigen Arten ab. An Tangentialschnitten ist dies Gewebe sehr locker, indem grosse Zwischenräume vorhanden sind und die Zellen selbst eine höchst verschiedene Grösse und verschiedene Querschnittsform besitzen. Auch finden sich bei dieser Pflanze Spaltöffnungen an der oberen Blattfläche. Auch hier unterscheiden sich die Palissadenzellen wenig von den Schwammparenchymzellen und zwar noch weniger als es bei Aegiceras der Fall ist. Die Palissadenzellen dieser Pflanzen, mit Ausnahme derjenigen von Aegiceras, zeichnen sich durch ihre beträchtliche Querschnittsgrösse, die wenig kleiner als die Oberfläche einer Epidermiszelle ist, aus. Auch wenn die Palissadenzellen dicht zusammenstehen, kann ihr Querschnitt wenig kleiner sein als der der Epidermiszellen, wie bei Acanthus ilicifolius (V, 2, 3, 4) und Avicennia nitida (IV, 3, 5), allein bei allen anderen sind die Palissadenzellen im Querschnitt im Verhältniss zu den Oberhautzellen ziemlich klein. Besonders die Rhizophora-Arten zeichnen sich durch ihre ausserordentlich schmalen Palissadenzellen aus. Weil aber auch die Epidermiszellen aussergewöhnlich klein sind, so wird die Oberfläche einer jeden solchen Zelle nur 4—5 mal grösser als der Querschnitt einer Palissadenzelle (I, 1, 7). Es kommt übrigens recht häufig vor, dass die Palissadenzellen in den Blättern der tropischen Gewächse ausserordentlich schmal sind; weil aber dann die Epidermiszellen gewöhnlich eine sehr grosse Area besitzen, so kann diese den

Umkreis jeder Palissadenzelle um das 20fache und noch mehr übertreffen. Bei den Bruguiera-Arten (II, 7, 8), wie auch bei Ceriops Candolleana (III, 5, 8) und Carapa obovata (III, 16, 22), sind die Palissadenzellen sehr schmal, obschon bedeutend weiter als bei Rhizophora; weil aber die Epidermiszellen gleichzeitig eine grössere Area besitzen, so ist diese ungefähr 3—4mal grösser als der Querschnitt jeder Palissadenzelle.

Von isolateralen Blättern kommen drei verschiedene Typen vor, und zwar teils solche, welche an der oberen Blattfläche keine Spaltöffnungen besitzen, und bei denen das Schwammparenchym in derselben Weise wie in Blättern mit dorsiventralem Mesophyll organisirt ist, teils Blätter, die an der Oberseite ebenfalls der Spaltöffnungen entbehren, deren Schwammparenchym aber mit dem des dritten Typus übereinstimmt, der seinerseits dadurch ausgezeichnet ist, dass an beiden Seiten der Blätter Spaltöffnungen vorhanden sind, und dass das Schwammparenchym aus grossen, abgerundeten Zellen, bei welchen Ausstülpungen und folglich auch grössere Zwischenräume vermisst werden, zusammengesetzt wird. Zum ersten Typus gehören Anona palustris, Scolopia sp., Excoecaria Agallocha und in gewissem Sinne Ceriops Candolleana. Bei diesen Arten ist das Palissadengewebe bedeutend mächtiger in der oberen Blattseite und besteht, mit Ausnahme von Ceriops, aus zwei oder bei Scolopia aus drei Schichten. Bei Excoecaria (VII, 12) ist nämlich dies Gewebe in der oberen Seite etwa 5—6mal höher als in der unteren und bei Anona (VII, 2) fast zweimal höher, und die Höhe der Zellen in der äusseren Reihe des Palissadengewebes der Oberseite ist bei diesen Pflanzen gewöhnlich mehr als doppelt höher wie die Zellen der inneren Reihe. Bei beiden Arten ist eine scharfe Grenze zwischen Palissaden- und Schwammparenchym vorhanden. Bei Scolopia sp. (VI, 13) ist das Palissadengewebe der oberen Seite wenig höher als das der Unterseite, obgleich das obere Palissadengewebe meistens aus drei, das untere aus zwei Zellreihen besteht. Eine scharfe Grenze zwischen Palissaden- und Schwammparenchym ist nicht vorhanden. In den Blättern von Anona und Excoecaria besteht das untere Palissadengewebe nur aus einer Zellschicht, und die Zellen dieser Schicht sind bei jener etwa um die Hälfte höher als die der unteren Reihe des oberen Palissadenparenchyms, bei Excoecaria aber ungefähr gleich hoch oder sogar erheblich niedriger als die Palissadenzellen der unteren Reihe der oberen Seite des Blattes. Die totale Höhe der Palissadenschichten der beiden Blattseiten ist bei Excoecaria $^1/_3$ und bei Anona $1^1/_2$ mal höher als das Schwammparenchym, bei Scolopia aber unbedeutend höher als dies Gewebe. Ceriops Candolleana, welche ich indessen zum Typus mit dorsiventraler Symmetrie gerechnet habe, würde, wie schon hervorgehoben, auch zu dem durch unvollständige isolaterale Symmetrie ausgezeichneten Typus gerechnet werden können, indem die Zellen der untersten Mesophyllschicht an Blattquerschnitten wie die Palissadenzellen etwas aufrechtstehend sind und an Flächenschnitten der Ausstülpungen entbehren. Andererseits sind die betreffenden Zellen so breit und niedrig, dass sie mit ebenso gutem Rechte als Schwammparenchymzellen aufgefasst werden können (III, 10). Die Grenze zwischen den beiden Mesophyllgeweben ist deutlich an der oberen Fläche. Derartige Uebergänge zwischen isolateralen und dorsiventralen Blättern sind übrigens keineswegs selten. Den zweiten Typus von isolateralen Blättern repräsentirt Kandelia Rheedii (IX, 1), welche Spaltöffnungen an der Oberseite entbehrt, deren Schwammparenchym aber denselben Bau wie innerhalb des dritten Typus besitzt (IX, 6). In den Blättern dieser Pflanze findet sich keine scharfe Grenze zwischen dem Palissadengewebe der beiden Blattflächen und dem zwischenliegenden Gewebe, dessen Zellen an der Grenze des Palissadenparenchyms hie und da die Form kurzer, weiter Palissadenzellen annehmen können. Wir fassen indessen das Palissadenparenchym in den beiden Blattflächen als einreihig auf. Auch bei dieser Pflanze ist das Palissadenparenchym in der oberen Fläche (IX, 1) mehr als doppelt höher, und die Höhe ihrer Zellen etwa 6—8 mal grösser als die Weite (IX, 5). In der unteren Blattfläche ist die Höhe der Palissadenzellen etwa 2—3 mal grösser als die Weite. Das Schwammparenchym ist doppelt höher als das obere und untere Palissadengewebe zusammen. Zum

dritten Typus gehören Lumnitzeria racemosa (XII, 5) und L. coccinea (XIII, 7), Laguncularia racemosa (XI, 1), Conocarpus erecta (X, 1, 2), Pemphis acidula, Sonneratia caseolaris (XIII, 10) und S. lanceolata. Bei diesen finden sich an beiden Blattseiten Spaltöffnungen, und das innere Gewebe oder das Schwammparenchym hat einen ganz anderen Charakter als das entsprechende Gewebe der dorsiventralen Blätter, wie auch in den zum ersten isolateralen Typus gehörenden Blättern, und stimmt mit dem nämlichen Gewebe in den Blättern des zweiten isolateralen Typus überein. Die Zellen sind nämlich sehr gross, ausgespannt und mehr oder weniger gerundet, sehr wasserreich, aber arm an Plasma, Chloroplasten und anderen festen Inhaltskörpern, ausgenommen Krystalldrusen, wozu kommt, dass sie fast gänzlich der Ausstülpungen entbehren, wodurch auch das intercelluläre System wenig entwickelt wird. Schliesslich verlieren sie fast jeden körnigen Inhalt, so dass die Assimilation und sämtliche damit im Zusammenhange stehenden Prozesse von den peripheren Geweben, d. h. vom Palissadenparenchym der beiden Blattflächen, ausgeführt werden, und das Schwammparenchym ausschliesslich als Wassergewebe zu fungiren hat. Dasselbe Verhältniss findet sich auch bei der zum zweiten Typus gehörenden Kandelia Rheedii. Abgesehen von Lumnitzeria racemosa und L. coccinea findet sich bei den Blättern dieses Typus keine scharfe Grenze zwischen Palissaden- und Schwammparenchym. Auch ist jenes Gewebe zwei- oder bei Lumnitzeria bisweilen dreischichtig in den beiden Blattflächen; nur Conocarpus erecta hat eine Reihe Palissaden in der unteren und zwei in der oberen Blattfläche. Diese Pflanze ist die einzige, bei welcher das obere Palissadengewebe in erheblicherem Grade das untere an Höhe übertrifft; es ist nämlich viermal höher. Auch in den Blättern der übrigen Pflanzen ist das obere Palissadengewebe allerdings etwas höher, obgleich der Unterschied wenig erheblich ist. Im Allgemeinen sind die Zellen der äusseren Reihe etwas höher als die der inneren; nur bei Laguncularia racemosa sind an der unteren Blattfläche die Zellen der inneren Reihe merkbar, bisweilen sogar doppelt höher als die der äusseren. Die Zellen sind meistens cylindrisch, und ihre Höhe 3—5 mal grösser als die Breite. Doch sind die Palissadenzellen in der unteren Blattfläche von Conocarpus und die Palissadenzellen der inneren Reihe in den beiden Blattflächen von Pemphis sehr niedrig, aber weit, so dass die Höhe kaum mehr als um die Hälfte grösser als die Weite ist. Ausserdem weicht auch Pemphis von den Übrigen dadurch ab, dass die Palissadenzellen an beiden Flächen nicht regelmässig cylindrisch sind, sondern ihre Weite in verschiedener Höhe sehr verschieden ist. Grosse Variation waltet bezüglich der totalen relativen Höhe des Schwammparenchyms und des Palissadengewebes. So ist bei Lumnitzeria das Schwammparenchym mehr als doppelt mächtiger als das Palissadengewebe, bei Laguncularia das Palissadengewebe etwas (etwa $^1/_3$) mächtiger als das Schwammparenchym, und bei Conocarpus erecta das Schwammparenchym ungefähr $^1/_3$ höher als das Palissadengewebe, bei Pemphis aber letzteres Gewebe doppelt höher als das Schwammparenchym, während bei Sonneratia das Palissadengewebe $^2/_5$, das Schwammparenchym $^3/_5$ der Höhe des ganzen Mesophylls ausmacht.

In Bezug auf die relative Querschnittsgrösse der Palissadenzellen und den Umfang der Epidermiszellen, herrscht auch bei den isolateralen Blättern eine bemerkenswerte Verschiedenheit, die in physiologischer Beziehung sicher nicht bedeutungslos ist. Es ist eine fast allgemeine Regel, dass die Epidermiszellen in dieser Hinsicht und zwar besonders an der Oberseite des Blattes grösser sind als die Palissadenzellen. Bei Pemphis, Lumnitzeria und Sonneratia sind die Oberhautzellen, und zwar an beiden Blattflächen, im Umfange weniger grösser als die Palissadenzellen der äusseren Reihe im Querschnitt. An diese Arten schliessen sich Kandelia Rheedii und Scolopia sp., deren an der Oberseite befindlichen Epidermiszellen nur die doppelte Grösse der angrenzenden Palissadenzellen besitzen, und annnähernd das gleiche Verhältniss findet man an der unteren Blattseite, jedoch mit Ausnahme von Scolopia, deren untere Epidermiszellen in der betreffenden Hinsicht wenig grösser sind als die Palissadenzellen. Die Epidermiszellen der oberen Blattfläche sind bei Conocarpus erecta

2—3, bei Laguncularia racemosa 3—5, bei Excoecaria Agallocha und Anona palustris 5—6 mal grösser als die Palissadenzellen. An der unteren Blattfläche sind bei den letztgenannten Pflanzen die Epidermiszellen wenig, jedenfalls nicht doppelt grösser als die Palissadenzellen, ausgenommen Laguncularia, deren Epidermiszellen 2—5 mal grösser sind als die Palissadenzellen. Wenn in isolateralen Blättern Spaltöffnungen an der Oberseite fehlen, stehen die Palissadenzellen in diesem Teile des Blattes wenigstens mit ihren oberen Enden so dicht zusammen, dass Intercellularräume fast gänzlich fehlen, wobei die Zellen im Querschnitt rund oder polygonal sind (Anona palustris, Scolopia sp., Excoecaria Agallocha, Kandelia Rheedii). Wenn an der oberen Seite mehrere Schichten solcher Zellen vorhanden sind, so finden sich in den unteren Schichten grössere oder kleinere Intercellularräume, deren Grösse in den tiefer gelegenen Schichten zunimmt. Im Palissadengewebe der unteren Blattfläche finden sich ausser den grösseren Lufträumen gerade über den Spaltöffnungen auch andere grössere oder kleinere Intercellularen (Anona, Excoecaria). Bei Kandelia Rheedii fehlen diese Intercellularen fast gänzlich. An der unteren Blattfläche bei Scolopia (VI, 17) gruppiren sich die Palissadenzellen der äusseren Schicht kranzförmig, so dass jeder Intercellularraum von im Querschnitt runden oder ovalen Zellen begrenzt wird. Ausser dieser Schicht findet sich auch eine innere, in welcher die Intercellularräume sowohl grösser als zahlreicher sind, eine natürliche Folge davon, dass diese Schicht an das Schwammparenchym grenzt. Wenn die Spaltöffnungen auf beiden Blattseiten auftreten, finden sich meistens ausser den grossen, gerade über den Spaltöffnungen befindlichen Intercellularen auch kleinere Zwischenräume in der nächstliegenden Schicht des Palissadengewebes (Pemphis acidula, Laguncularia racemosa und Conocarpus erecta). Wenn in diesem Falle zwei Schichten von Palissadengewebe vorhanden sind, und zwar entweder in der einen (Conocarpus) oder in beiden Blattflächen, so ist die innere Schicht weniger lacunös als die äussere. Lumnitzeria racemosa und L. coccinea unterscheiden sich von den Uebrigen in der Beziehung, dass im Palissadengewebe ausser den grossen Lufträumen für die Spaltöffnungen nur ganz kleine Intercellularen vorhanden sind. Bei Sonneratia caseolaris (XIII, 13, 14) fehlen die kleineren Intercellularräume im Palissadengewebe gänzlich.

Die übrigen im Palissadenparenchym eingestreuten Elemente sollen später Gegenstand unserer Aufmerksamkeit werden.

Das Schwammparenchym.

In der jetzt folgenden Darstellung über die Organisation dieses Gewebes richten wir unseren Augenmerk hauptsächlich auf diejenige Form des Schwammparenchyms, die im Dienste des Gasaustausches und der Assimilation steht. Die Aufgabe dieses Gewebes, Wasser aufzusammeln, und die daraus resultirenden Veränderungen desselben werden wir später ins Auge fassen.

Was nun zuerst die Grösse der Zellen betrifft, so ist diese, wenn sie nach dem was ein Querschnitt zeigt, abgeschätzt wird, sehr wechselnd, und ist unter Umständen höchst beträchtlich wie bei Kandelia Rheedii (IX, 1), Lumnitzeria racemosa (XII, 5) und L. coccinea (XIII, 7), Sonneratia caseolaris (XIII, 10), Laguncularia racemosa (XI, 1), Conocarpus erecta (X, 2), Pemphis acidula (XII, 1, 2), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1, 2), Derris uliginosa (VIII, 1) und Herpestis Monnieria (VIII, 9). Am meisten grosszellig ist dies Gewebe bei der letzterwähnten Art, die doch die kleinsten Blätter besitzt, ein Verhältniss, das bei den tropischen Gewächsen recht häufig ist. Die ausserordentliche Kleinzelligkeit in sehr grossen Blättern derartiger Gewächse bezweckt zweifelsohne, durch eine sehr grosse Anzahl radialer Wände den Blättern eine innere Festigkeit zu geben, welche ihnen als Schutz gegen die in den Tropen so häufig auftretenden Orkane und gewaltigen Regen dienen kann. Wahrscheinlich wird auch die assimilatorische Wirksamkeit verstärkt, und zwar besonders im Palissadengewebe, das wohl auch in Folge der dicht an einander stehenden Querwände Schutz gegen das intensive Sonnenlicht gewähren kann. Auch möchte ich die

Aufmerksamkeit darauf lenken, dass die grösste Anzahl der soeben aufgezählten Pflanzen isolaterale Blätter besitzen, und dass bei diesen das Schwammparenchym schliesslich in ein Wassergewebe verwandelt wird. Auch in einem zeitigeren Stadium sind bei ihnen die Zellen des Schwammparenchyms sehr wasserreich und dabei arm an Plasma, Chloroplasten und anderen körnigen Gebilden. Nur bei den zuletzt erwähnten Arten, Scyphiphora, Derris und Herpestis, hat das Mesophyll eine dorsiventrale Symmetrie, aber auch bei diesen ist das Schwammparenchym, ja sogar auch das Palissadenparenchym, sehr wasserreich. In den Blättern von Derris und wahrscheinlich auch in denen von Herpestis wird zuletzt das ganze Mesophyll in ein Wassergewebe verwandelt. Den oben erwähnten Arten am nächsten kommen bezüglich der Grösse der Schwammparenchymzellen Acanthus ilicifolius (V, 1), der auch ziemlich kleine Blätter hat, Carapa obovata (III, 14), Avicennia nitida (IV, 2), Anona palustris (VII, 7) und Excoecaria Agallocha (VII, 12). Noch kleiner sind die betreffenden Zellen bei Bruguiera caryophylloides (III, 1), B. eriopetala (II, 19) und B. gymnorhiza (II, 6), Ceriops Candolleana (III, 4) und bei den Rhizophora-Arten (I, 24, II, 1). Am kleinsten sind die Zellen dieses Gewebes bei Scolopia sp. (VI, 13) und Aegiceras majus (IV, 15).

Das Verhältniss zwischen der Höhe des Schwammparenchyms und der des Palissadengewebes ist schon in der Beschreibung des letztgenannten Gewebes angegeben worden. Was nun die Mächtigkeit des Schwammparenchyms an und für sich betrifft, so habe ich es für zweckmässig gefunden, dieselbe nach der Anzahl von Zellen zu beurteilen, die sich auf einer von der unteren Grenze des Palissadengewebes bis an die untere Epidermis resp. an das untere Hypoderma, wenn ein solches vorhanden, oder in isolateralen Blättern bis an das untere Palissadengewebe gezogenen Geraden befinden. Es stellt sich dann heraus, dass das Schwammparenchym bei Acanthus ilicifolius eine Höhe von 12 bis 15 Zellen besitzt, bei Kandelia Rheedii 13—14, Ceriops Candolleana 13, Bruguiera eriopetala und gymnorhiza 12—13, B. caryophylloides 10, Lumnitzeria coccinea 11—12 und L. racemosa 7, Derris uliginosa 7—8, Scyphiphora caryophyllacea 9, Herpestis Monnieria 8, Sonneratia caseolaris 8—9, den Rhizophora-Arten und Aegiceras majus 7—8, Excoecaria Agallocha und Conocarpus erecta 6, Laguncularia racemosa 5—6, Anona palustris, Scolopia sp. und Avicennia nitida eine Höhe von 4—5 Zellen. Die erhebliche Differenz in der Höhe des Schwammparenchyms, welche die obigen Zahlen angeben, beruht anscheinend teils auf der höchst verschiedenen Grösse der Zellen, teils auf anderen Organisationsverhältnissen, wie auf der Dorsiventralität resp. Isolateralität des Mesophylls, auf der grösseren oder geringeren Mächtigkeit des oberen Palissadenparenchyms, auf dem Vorhandensein oder Fehlen eines Hypoderma in der unteren Seite der Blätter.

Die Form und gegenseitige Gruppirung der Schwammparenchymzellen an Querschnitten scheint zu einem gewissen Grade mit ihrer Grösse und mit ihrem grösseren oder geringeren Wassergehalt im Zusammenhang zu stehen. Wenn sie ihre grössten Dimensionen erreicht haben, so besitzen sie eine runde oder ovale Form und sind bald aufrecht, bald niederliegend, wie bei Kandelia Rheedii, Lumnitzeria coccinea, L. racemosa, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta, Sonneratia caseolaris, Pemphis acidula und Herpestis Monnieria. Auch das Schwammparenchym in den dorsiventralen jüngeren Blättern von Derris uliginosa und Scyphiphora caryophyllacea würde man zu diesem Typus rechnen können, obwohl die Zellen eine mehr unregelmässige Form besitzen. In Folge dieser Form zeigen die Zellen keine regelmässige Anordnung, weder in vertikalen noch in horizontalen Reihen. Die Schwammparenchymzellen bei Avicennia nitida und Anona palustris sehen denen bei Scyphiphora einigermassen ähnlich, obwohl sie kleiner, mehr abgeplattet und oft abgerundet-viereckig und besonders bei Avicennia in horizontalen Reihen angeordnet sind. Aegiceras majus hat noch kleinere Schwammparenchymzellen, die sich ausserdem durch eine meistens rektanguläre Form auszeichnen, obwohl eine gewisse Unregelmässigkeit dadurch

entsteht, dass sie bisweilen mit kleineren, in der Ebene des Blattquerschnittes liegenden Ausstülpungen versehen sind. Die Zellen werden in Folge ihrer Form in horizontalen Reihen angeordnet. Sämtliche drei Rhizophora-Arten, sowie die drei hier abgehandelten Bruguiera-Arten, Ceriops Candolleana, Carapa obovata, Acanthus ilicifolius, Excoecaria Agallocha, wie auch bis zu einem gewissen Grade Scolopia sp., stimmen in der Beziehung überein, dass auf einem Querschnitte durch die Blattspreite nicht sämtliche Zellen durchschnitten werden, dass aber dabei die durchschnittenen Zellen einen rundlichen oder ovalen, ziemlich kleinen Umriss besitzen und in vertikalen Reihen angeordnet sind. Wenn der Querschnitt sehr dünn ist, treten kaum andere als die durchschnittenen Zellen hervor, und man bekommt den Eindruck, dass das Schwammparenchym im Ganzen in solchen Reihen angeordnet sei. Allein an dickeren Querschnitten erscheinen zwischen diesen Zellreihen andere, nicht durchschnittene Zellen, die sich zwischen die Reihen erstrecken, in horizontaler Richtung sich ausdehnen und mehr oder weniger bogenförmig gekrümmt sind.

An tangential durch die Blattspreite geführten Schnitten haben die Zellen dieses Gewebes oft eine ganz andere Form, welche ausserdem in den verschiedenen Schichten des Schwammparenchyms etwas verschieden sein kann (IX, 6; XI, 16; XII, 6; XIII, 9, 19). Bei der Mehrzahl der oben angeführten Pflanzen, in deren Blättern die Zellen des Schwammparenchyms an Querschnitten gross und mehr oder weniger abgerundet sind, haben sie an Flächenschnitten ungefähr die nämliche Form. Nur bei Herpestis Monnieria können die Zellen der inneren Schichten des betreffenden Gewebes kleine, fast an die Halse einer Retorte erinnernde Ausstülpungen führen, die Zelle selbst hat aber eine rundliche Form (VIII, 11). In älteren Blättern von Derris uliginosa haben die Schwammparenchymzellen ungefähr dieselbe Form wie bei dieser Pflanze, doch sind sie in den mittleren Schichten oft schmäler und mit längeren Ausstülpungen versehen (VIII, 4, 5). Avicennia nitida hat in der unteren, der Epidermis angrenzenden Schicht rundliche oder auch ovale Zellen (IV, 2); in den mittleren Schichten sind sie mehr länglich und in Folge kurzer, breiter Ausstülpungen mehr unregelmässig (IV. 8), und in der obersten, dem Palissadengewebe angrenzenden Schicht sind sie länglich-oval (IV, 7). Eine derartige auffallende Ungleichförmigkeit bei den Zellen der verschiedenen Schichten des Schwammparenchyms findet sich auch bei verschiedenen anderen der hier erwähnten Halophyten. So sind bei Scyphiphora caryophyllacea die Zellen der untersten, der Epidermis angrenzenden Schicht mehr regelmässig länglich (V, 17), die der nächst oberen Schicht dagegen mehr unregelmässig und in ihrer Form sehr wechselnd, mehr oder weniger eckig und mit kurzen breiten Ausstülpungen versehen (VI, 5). In den darauf folgenden oberen Schichten sind die Zellen wiederum schmäler, mehr länglich, mit breiteren Enden, von denen das eine oder beide zweigeteilt sind (VI, 3, 4). Bei Aegiceras majus wird die unmittelbar innerhalb des unteren Hypoderma befindliche Schicht von rundlichen oder ovalen Zellen ohne besonders auffallende Ausstülpungen gebildet (IV, 26). In der nächst oberen Schicht sind die Zellen kleiner und annähernd isodiametrisch, aber mit kleinen Ausstülpungen versehen (IV, 25); in den oberen findet eine Abwechselung statt zwischen solchen Schichten, die aus chlorophyllführenden Zellen von derselben Form wie in der soeben beschriebenen Schicht, aber mit längeren Ausstülpungen versehen (IV, 23, 21), und solchen Schichten, die aus grösseren Zellen von etwa derselben Grösse und Form wie in der untersten Schicht, allein mit einem wasserklaren Inhalt ohne körnige Einschlüsse, bestehen (IV, 24). Die Zellen der assimilatorischen Schichten weichen in Bezug auf ihre Form erheblich von denen des Schwammparenchyms der dorsiventralen Blätter ab, und zeigen an Querschnitten grosse Aehnlichkeit mit den Palissadenzellen der nämlichen Pflanze. Auch Scolopia sp. weist ein einigermassen ähnliches Verhältniss auf, indem das Schwammparenchym aus zwei Arten von Zellen gebildet wird, und zwar teils aus solchen, die an tangentialen Schnitten ziemlich breit, länglich, bogenförmig gekrümmt, mit 2—3—4 kurzen breiten Ausstülpungen versehen und mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt sind, und denen die Chloroplasten fehlen (VI, 20, b, 19, 21, 22), und teils aus runden oder länglichen, mit Chloroplasten versehenen Zellen,

bei denen die Ausstülpungen fehlen und die grösstenteils in Kränzen, welche die Intercellularräume begrenzen, angeordnet sind (VI, 20, 19). Diese Art von Zellen bildet einen Uebergang zu den Palissadenzellen.

Die Schwammparenchymzellen der meisten Mangrovepflanzen haben an Flächenschnitten eine Form, die der Hauptsache nach mit derjenigen der soeben erwähnten mit Ausstülpungen versehenen Zellen bei Scolopia sp., gewissermassen auch mit derartigen Zellen bei Avicennia nitida und Scyphiphora caryophyllacea übereinstimmt. Derartige Zellen können nicht, wenigstens nicht im eigentlichen Sinne des Wortes, wie es doch öfters geschieht, sternförmig genannt werden, denn es fehlt ihnen ein scharf begrenzter Mittelkörper, und die Ausstülpungen strahlen nicht gleichförmig von allen Seiten eines zentralen Teiles aus. Die Zellen sind nämlich im Ganzen mehr oder weniger länglich und bogenförmig gekrümmt, und ihre von den beiden Enden ausgehenden Arme sind sehr kurz und so breit, dass ihre Breite derjenigen der Zelle fast gleichkommt. Durch diese Arme stehen die Zellen mit einander in Verbindung, so dass sie zusammen ein netzförmiges Geflecht bilden, dessen Maschenräume von den bogenförmig eingekrümmten Seiten der Zellen begrenzt werden. Ein aus so beschaffenen Zellen gebildetes Parenchym könnte zum Unterschied von den sternförmigen bogenförmiges Schwammparenchym genannt werden. In dorsiventralen Blättern ist ein derartiges Schwammparenchym sehr gewöhnlich, und zwar unabhängig von den lokalen Verhältnissen. Unter den hier abgehandelten Pflanzen findet man es, ausser bei Scolopia sp. und Anona palustris (VII, 5, 6), bei Rhizophora conjugata, R. Mangle und R. mucronata (I, 10, 11, 12, 13), Bruguiera caryophylloides, B. eriopetala und B. gymnorhiza (II, 11, 12, 13), Ceriops Candolleana (III, 9, 10), Carapa obovata (III, 24, 25), Acanthus ilicifolius (V, 5, 6, 7, 9), und Excoecaria Agallocha (VII, 18, 19). Auch die vorher erwähnten Avicennia nitida und Scyphiphora caryophyllacea nähern sich diesem Typus. In den Blättern aller dieser Pflanzen sind die Zellen derjenigen Schichten, welche an das Palissadengewebe und an die untere Epidermis grenzen, breiter und haben kürzere Arme, so dass sie dichter an einander rücken und die Intercellularräume kleiner werden. Besonders ist dies der Fall in der Unterseite der Blätter innerhalb der Epidermis, wo die unterste Schicht des Schwammparenchyms z. B. bei Acanthus ilicifolius und Scyphiphora caryophyllacea beinahe den Charakter eines Hypoderma annehmen kann, so dass Intercellularräume nur unterhalb der Spaltöffnungen zu finden sind. Hauptsächlich durch den Besitz von Chloroplasten unterscheiden sich die Zellen dieser Schicht von denen des echten Hypoderma. Die Schichten, in denen sich die kleinsten Gefässbündel verzweigen, sind dagegen die vorzugsweise lacunösen. Eine andere Ungleichförmigkeit innerhalb des Schwammparenchyms findet sich in den Blättern der Rhizophora-Arten und besteht darin, dass unterhalb der Spaltöffnungen Nester von Schwammparenchym auftreten, dessen sehr schmale Zellen zu Fäden vereinigt sind, welch' letztere in der oberhalb der gerade über den Spaltöffnungen im Hypoderma befindlichen Höhle, welche sie durchkreuzen, ausgespannt sind (II, 2, XIII, 21). Weil bei den Arten dieser Gattung auch das untere Hypoderma sehr mächtig ist, und demgemäss das normale Schwammparenchym von den Spaltöffnungen weit entfernt ist, so wird zwischen diesen Beiden durch die betreffenden Gruppen von Schwammparenchymzellen eine Verbindung zu Stande gebracht. Auch bei den Bruguiera-Arten ist eine Differenzirung in zwei verschiedene Gewebeelemente vorhanden, allein diese ist wesentlich anderer Natur und steht mit später zu besprechenden Verhältnissen im Zusammenhang.

Die grössere oder geringere Kapazität der Blätter in Bezug auf Transpiration und Gasaustausch überhaupt beruht, abgesehen von verschiedenen anderen Verhältnissen, ganz wesentlich auf der grösseren oder geringeren Mächtigkeit des Schwammparenchyms im Verhältniss zum Palissadengewebe und auf der grösseren oder geringeren Ausbildung des intercellularen Systemes. Am wenigsten entwickelt sind sowohl das Schwammparenchym wie das Durchlüftungssystem in den typisch isolateralen Blättern, wie auch in den Blättern von Kandelia Rheedii, deren Schwammparenchym, wie schon hervorgehoben,

mit dem entsprechenden Gewebe der typisch isolateralen Blätter übereinstimmt, denen aber die Spaltöffnungen an der Oberseite fehlen. Aber auch bei den übrigen, zu diesem Typus gehörenden Pflanzen wird die Wasserabgabe sowohl durch das wenig entwickelte intercelluläre System des Schwammparenchyms, wie auch durch die für die Transpiration wenig geeignete Organisation des Palissadengewebes herabgesetzt. Es ist nämlich einleuchtend, dass dies Gewebe auf Grund seiner pheripheren Lage zunächst die Wasserverdunstung zu vermitteln hat. Jedoch sowohl die Form der Zellen wie die schwache Ausbildung des intercellularen Systemes scheint eine ausgiebige Transpiration unmöglich zu machen. Denn abgesehen von den Athemhöhlen selbst, fehlen oft im Palissadengewebe andere Intercellularräume, oder sie sind, wenn sie, wie bei Pemphis, Laguncularia und Conocarpus, vorhanden sind, recht klein. Auch die Form und die gegenseitige Lage der Schwammparenchymzellen erschweren in hohem Grade eine ausgiebigere Wasserverdunstung aus diesem Gewebe. Vor Allem ist dies der Fall bei den von mir untersuchten Lumnitzeria-Arten, in deren Schwammparenchym (XII, 5, 6; XIII, 7, 8) gar keine Intercellularräume vorhanden sind, wozu dessen Zellen bei Lumnitzeria coccinea aussergewöhnlich dickwandig sind.

In Bezug auf den Bau des Schwammparenchyms verhalten sich die vorher erwähnten, mit unvollständig isolateralen Blättern versehenen Gewächse in derselben Weise wie die mit dorsiventralen Blättern. Von allen diesen Pflanzen haben besonders Avicennia, Aegiceras und Scolopia ein wenig ausgebildetes intercellulares System. So haben wir gesehen, dass bei Avicennia dies Gewebe nur einen geringen Teil von der Höhe des Blattquerschnittes einnimmt, und dass dessen Lufträume in Folge der Form der Zellen aussergewöhnlich klein sind. Ebenso hat Aegiceras aus demselben Grunde sehr kleine Lufträume, die sich selten durch mehrere auf einander liegenden Schichten erstrecken. Am grössten sind wie gewöhnlich die Lufträume in denjenigen Schichten, welche die Maschenräume im Gefässbündelnetz ausfüllen. Ausserdem haben die Schwammparenchymzellen nicht selten an ihren oberen und unteren Seiten vertikal gestellte Vorsprünge, wodurch zwischen den verschiedenen Schichten niedrige Lufträume zu Stande kommen. Auch im Schwammparenchym der Blätter von Scolopia ist das intercelluläre System wenig ausgebildet. Die chlorophyllführenden und demgemäss assimilirenden Zellen sind an Flächenschnitten rundlich und haben keine Ausstülpungen, sodass die Zwischenräume in der Weise zu Stande kommen, dass die Zellen sich kranzförmig gruppiren. Allein diese assimilatorischen Zellen machen nur einen geringen Teil des Schwammparenchyms aus, weil der grösste Teil dieses Gewebes, wie schon hervorgehoben, aus grösseren an Flächenschnitten länglichen und bogenförmig gekrümmten Zellen, welche eine braune Flüssigkeit, aber keine Chloroplasten enthalten, gebildet wird. In den schwach dorsiventralen Blättern von Herpestis Monnieria zeichnet sich das nämliche Gewebe durch ein wenig entwickeltes Durchlüftungssystem aus und stimmt am nächsten mit dem entsprechenden Gewebe in den typisch isolateralen Blättern überein. Alle übrigen Mangrovepflanzen mit dorsiventralem Blattbau haben ein ausserordentlich lacunöses Schwammparenchym, indem ihre Zellen an Flächenschnitten die vorher erwähnte bogenförmige Gestalt besitzen und durch ihre in der Horizontalebene gelegenen Ausstülpungen ein netzförmiges Geflecht mit grösseren oder kleineren Maschenräumen bilden. Wenn die Maschenräume in einer grösseren Anzahl von Schichten über einander liegen, so entstehen grössere Luftkammern, die sich unter Umständen durch das ganze Schwammparenchym bis an die untere Grenze des Palissadenparenchyms erstrecken können (Warming III, S. 247). Ein derartig gebautes Schwammparenchym ist auch bei mesophilen Pflanzen keineswegs eine Seltenheit, ja in dorsiventralen Blättern ist es sogar vorherrschend, obwohl diese Orientirung der Zellen nicht so deutlich hervortritt, wo dies Gewebe aus einer geringen Anzahl von Schichten gebildet wird. Am grössten sind diese Luftkammern in den Blättern von Acanthus ilicifolius (V, 8), bei welchem sie sich sogar durch 10 Zellschichten erstrecken können, und bei Excoecaria Agallocha (VII, 12), deren Luftkammern sich durch 5 bis 6 Schichten erstrecken können. Nicht selten werden die Luftkammern von horizontalen Schichten von

gleichfalls netzförmig gruppirten Zellen durchbrochen, welch' letztere die Zellen in den anderen netzförmigen Geflechten durchkreuzen, so dass die vertikalen Zellreihen durch horizontale unterbrochen werden. Hie und da stehen die parallelen Luftkammern durch Öffnungen in den sie trennenden Wänden mit einander in Verbindung. Durch die das Zustandekommen derartiger Luftkammern bewirkende Orientirung der Zellen werden nur die inneren und äusseren Seitenwände der Zellen von der Luft der Luftkammern umspült, während ihre oberen und unteren Wände grösstenteils an die Zellwände der nächst oberen und nächst unteren Zellschicht grenzen. Jedoch in vielen Fällen kann die Durchkreuzung der verschiedenen Zellschichten so vollständig werden, dass keine oder nur sehr niedrige Luftkammern gebildet werden. So ist es besonders der Fall in den Blättern von Scyphiphora caryophyllacea (VI, 3), von den sämtlichen drei Rhizophora- (I, 24) und Bruguiera-Arten (II, 19), Ceriops Candolleana (III, 4), Carapa obovata (III, 14, 24) und Anona palustris (VII, 2). In Folge einer derartigen Gruppirung werden die Zellen des Schwammparenchyms der atmosphärischen Luft in höherem Grade ausgesetzt, als wenn sie grössere Luftkammern bilden. Indessen sind diese beiden Formen von Schwammparenchym als Organe für die Transpiration die leistungsfähigsten.

Bei der grossen Mehrzahl der hierher gehörigen Pflanzen ist also der Bau des Schwammparenchyms nicht dazu qualifizirt, zur Herabsetzung der Transpiration kräftig mitwirken zu können. Im Gegenteil scheint das Schwammparenchym ein recht kräftiges transpiratorisches Gewebe zu sein, was um so bemerkenswerter erscheint, als die Halophyten im Allgemeinen sich durch ein wenig lacunöses Schwammparenchym auszeichnen. Andererseits aber werden die Nachteile, die unter den obwaltenden Verhältnissen aus der Struktur des betreffenden Gewebes der Pflanze erwachsen könnten, durch verschiedene andere Einrichtungen kompensirt. Es ist nämlich, wie ich schon vor 23 Jahren zu zeigen suchte (I, S. 217—219), keineswegs eine Seltenheit, dass ein organisches Strukturverhältniss ein anderes neutralisiren kann, und dies dürfte auch hier der Fall sein. In diesem Falle darf man annehmen, dass die dickwandige Oberhaut, die meistens etwas eingesenkten Spaltöffnungen, das in vielen Fällen hohe und sehr dichte Palissadengewebe und sicher nicht am wenigsten das gewöhnlich auftretende Hypoderma dem lacunösen Schwammparenchym entgegenwirken und die transpiratorische Thätigkeit dieses Gewebes mässigen können. Besonders unter im Uebrigen gleichen inneren und äusseren Verhältnissen muss es in hohem Grade wahrscheinlich sein, dass die stomatäre Transpiration um so lebhafter ausfällt, je vollständiger die innere Fläche der mit Spaltöffnungen versehenen Epidermis an Intercellularräume grenzt, und dass dieser Vorgang in demselben Masse erschwert wird, wie die Epidermiszellen auf der Innenseite von Zellen gedeckt werden. Diejenigen Gewächse, die zu gleicher Zeit einen dorsiventralen Blattbau und ein kräftiges transpiratorisches Schwammparenchym besitzen, führen deshalb auch in der unteren Blattfläche ein Hypoderma, dessen Zellen die Innenseite der Oberhaut vollständig bedecken und nur Zwischenräume für die Spaltöffnungen zurücklassen. Am meisten entwickelt ist das Hypoderma bei den Rhizophora-Arten (I, 14, 15), bei denen es in der unteren Blattfläche sogar aus 2 bis 4 Schichten bestehen kann. Auch die meisten der übrigen oben angeführten Pflanzen, und zwar die Bruguiera-Arten, Ceriops Candolleana und Scyphiphora caryophyllacea sind mit einem Hypoderma versehen. Bei der letzterwähnten Art ist allerdings die unmittelbar innerhalb der unteren Epidermis gelegene Schicht kein Hypoderma im strengeren Sinne, sondern sie muss eher dem Schwammparenchym zugerechnet werden, was sowohl aus der Form der Zellen wie aus dem Besitz von Chloroplasten (V, 17) hervorgeht; allein sie bedeckt ganz wie ein Hypoderma die Innenseite der ganzen Oberhaut, mit Ausnahme natürlich von den Spaltöffnungen. Wie oben hervorgehoben, haben ausserdem die Zellen des Schwammparenchyms eine solche Form, die es wahrscheinlich macht, dass dies Gewebe bei Scyphiphora nicht ein so kräftiges Transpirationsorgan ist wie das entsprechende Gewebe bei den übrigen hier abgehandelten Pflanzen. Acanthus ilicifolius stimmt bezüglich der untersten Schicht des Schwammparenchyms mit der letzterwähnten Pflanze überein (V, 9), und dessen Schwamm-

parenchym scheint auch nicht ein so kräftiges Transpirationsgewebe zu sein wie bei jenen Pflanzen, die auch in der Unterseite des Blattes ein wirkliches Hypoderma besitzen. Auch in den Blättern von Carapa obovata (III, 25) bildet die untere Schicht des Schwammparenchyms eine Art Hypoderma von derselben Beschaffenheit wie bei den beiden vorigen Arten. Da gleichzeitig der Bau des Schwammparenchyms anscheinend auf eine ausgiebige Transpiration hindeutet, so ist es wahrscheinlich, dass dieser Vorgang einigermassen von dem mächtigen oberen Hypoderma und dem mehrreihigen Palissadenparenchym regulirt wird. Das Hypoderma ist übrigens in der Oberseite des Blattes am meisten entwickelt und besteht in der unteren Seite, abgesehen von dem Hypoderma bei Rhizophora, nur aus einer Schicht. Gewöhnlich finden sich wenigstens in den äusseren Schichten des Hypoderma eine braune Flüssigkeit, deren Farbe Warming (I, S. 539) wenigstens bei den Rhizophora-Arten auf Gerbsäure zurückführt, und die, nach seiner Vermutung, bei der Wasserzufuhr der Pflanze eine Rolle spielt. Da indessen die betreffende Flüssigkeit mit Eisensalzen nicht die gewöhnliche Gerbstoffbläuung giebt, so handelt es sich wohl um irgend einen anderen, der Gerbsäure verwandten Stoff. Es scheint zudem nicht unwahrscheinlich, dass die braune Flüssigkeit der Hypodermazellen dazu beitragen kann, das Licht abzudämpfen und zu gleicher Zeit ein Schutzmittel gegen allzu ausgiebige Wasserverdunstung zu sein. Andererseits findet sich ein Hypoderma in beiden Seiten der Blätter bei Avicennia nitida und Aegiceras majus, obschon der Bau des Schwammparenchyms dieser Pflanzen nicht auf eine ausgiebigere Transpiration hindeutet. Die einzigen hiehergehörigen Pflanzen, welche einen dorsiventralen Blattbau, aber kein Hypoderma besitzen, sind Herpestis Monnieria und Derris uliginosa. Weniger bemerkenswert ist dies bei der zuerst erwähnten Art, weil die äusseren Verhältnisse, unter welchen sie lebt, ohne Zweifel nicht geeignet sind eine ausgiebigere Transpiration zu befördern. Nach Börgesen (I, S. 52) ist nämlich, wie schon erwähnt, Herpestis eine niedrige, kriechende Pflanze, die auf feuchter Erde unter Rhizophora Mangle wächst, also eine Schattenpflanze. Damit im engsten Zusammenhang steht auch das Vorhandensein von Spaltöffnungen an der oberen Blattseite. Das Schwammparenchym aber stimmt am nächsten mit dem der typisch isolateralen Blätter überein, sodass dessen intercelluläres System schwach ausgebildet ist. Wahrscheinlich findet sich ein einigermassen ähnliches Verhältniss bei Derris uliginosa, deren Schwammparenchym sich doch dem bogenförmigen Typus nähert und grosse Intercellularräume enthält. Diese Pflanze ist eine kleine, zarte Liane, die wahrscheinlich von den Bäumen, an denen sie hinaufklettert, überschattet wird. Der Bau der Blätter scheint auch darauf hinzudeuten, dass die Pflanze im Schatten lebt. Sie sind nämlich ausgezeichnet durch ein grosszelliges Mesophyll und im Verhältniss zur Breite niedrige Palissadenzellen.

Zwei Pflanzen, und zwar Excoecaria Agallocha und Anona palustris, haben bogenförmiges Schwammparenchym, besitzen aber kein Hypoderma in der unteren Blattseite, wo das Palissadengewebe bis zu einem gewissen Grade denselben Nutzen schafft. Dies ist auch der Fall bei Scolopia sp., bei welcher auch ein Hypoderma vermisst wird, deren Schwammparenchym daher auch nicht den Charakter eines ausgiebig transpirirenden Gewebes besitzt. Sehr bemerkenswert ist der kräftige Schutz gegen starke Transpiration, den Kandelia Rheedii zeigt, indem das Palissadengewebe in beiden Seiten der Blätter sehr dicht ist und gleichfalls an beiden Seiten von einem einreihigen Hypoderma, dessen Zellen mit braunem Zellsaft gefüllt sind, gedeckt wird. Vielleicht steht diese Organisation im Zusammenhang mit den in dem grosszelligen Schwammparenchym vorhandenen, ziemlich grossen und zahlreichen Intercellularräumen und bildet eine Kompensation zu diesen. Die Blätter von Pemphis sp., Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta, Lumnitzeria racemosa, L. coccinea und Sonneratia caseolaris, alle mit isolateralen Blättern, entbehren in beiden Blattflächen eines Hypoderma. Bei beiden Arten der Lumnitzeria findet sich in den Epidermiszellen und in den Palissadenzellen der äusseren Reihe ein brauner Zellsaft von anscheinend derselben Beschaffenheit wie im Hypoderma anderer Gewächse und wohl von derselben Bedeutung.

Obgleich also die Mangrovepflanzen wie andere Halophyten nicht in so hohem Grade wie die ausgeprägteren Xerophyten Schutzmittel gegen Transpiration bezw. Gasaustausch im Allgemeinen besitzen, so lässt sich doch auf der anderen Seite nicht bestreiten, dass bei der Mehrzahl jener Pflanzen diese oder jene, oft sogar gleichzeitig mehrere Struktureigentümlichkeiten vorhanden sind, welche geeignet sind, eine Herabsetzung der Wasserverdunstung zu bewirken. Insbesondere bei einigen von ihnen, die schon hervorgehoben sind, wie auch bei Kandelia Rheedii, liegt die xerophile Struktur auf der Hand. Bei anderen dagegen tritt eine solche Organisation weniger bestimmt zu Tage. Besonders die oft auftretende Bilateralität der Blätter scheint mir ein in der betreffenden Hinsicht nicht gerade effektives Schutzmittel zu sein. Jene Eigenschaft wird zweifelsohne durch den Einfluss des Lichtes hervorgerufen. Sogar bei Pflanzen aus Gebieten mit ziemlich kaltem Klima kann das ganze Mesophyll zu Palissadenparenchym ausgebildet werden, wenn nämlich die Blätter, wie bei Salix alba, aufrecht und vertikal gestellt sind, und zwar ohne dass diese Pflanze unter solchen Verhältnissen lebt, die eine herabgesetzte Wasserkonsumtion nötig machen. Da indessen ein Palissadenparenchym auf Grund der Form der Zellen ein weniger kräftiges Transpirationsgewebe als das Schwammparenchym sein muss, so ist einleuchtend, dass die Wasserverdunstung in isolateralen Blättern unter im Uebrigen gleichen äusseren und inneren Verhältnissen geringer sein wird, als in den dorsiventralen, wenn auch dieser Vorgang durch die Isolateralität der Blätter allein nicht in erheblicherem Grade gehemmt werden kann.

Auch die Kulturversuche Stahl's (a. a. O. S. 117) beweisen, dass unter denjenigen Verhältnissen, unter welchen die Versuche angestellt wurden, und die am ehesten mit denjenigen, unter welchen die Mangrovepflanzen leben, vergleichbar sein dürften, die Transpiration der Halophyten ziemlich lebhaft ist, und dass ihre Spaltöffnungen bis zum Eintrocknen der Blätter offen bleiben. Unter den Versuchspflanzen befand sich auch eine Bruguiera. Die Halophyten würden sich also in Bezug auf das Verhalten der Spaltöffnungen von den Xerophyten unterscheiden und mit den Sumpfpflanzen übereinstimmen. Allerdings kam Rosenberg zu einigermassen abweichenden Resultaten. Allein auch dieser Forscher beobachtete, dass die Transpiration der untersuchten Blätter anfangs sehr lebhaft war, um nach Verlauf von etwa 10 Minuten zu erlöschen, und dass hernach die Spaltöffnungen geschlossen waren. Es scheint indessen der Aufmerksamkeit Rosenberg's entgangen zu sein, dass seine Versuche unter wesentlich anderen Verhältnissen als die von Stahl ausgeführt wurden, und in diesem Umstande dürfte wahrscheinlich der Grund zu suchen sein warum er zu entgegengesetzten Resultaten hinsichtlich der Spaltöffnungen kam. Rosenberg (a. a. O. S. 531) operirte nämlich mit abgeschnittenen Blättern von Strandpflanzen, und zwar wahrscheinlich von sandigen Ufern oder Strandfelsen, also mit Pflanzen, die mehr oder weniger xerophil sind. Stahl hingegen pflanzte seine Versuchspflanzen in grössere, undurchlässige, mit Gartenerde gefüllte Chamottengefässe und die in sonniger Lage stehenden Kulturen wurden wiederholt mit Kochsalzlösung begossen. Dazu scheint aus dem ganzen Zusammenhange seiner Arbeit hervorzugehen, dass die Beobachtungen Stahl's an Blättern der unverletzten Pflanze gemacht worden sind. Dass unter solchen Umständen das Resultat der beiden Versuchserien nicht in allen Punkten übereinstimmt, kann schwerlich Jemanden überraschen, beweist aber keineswegs, dass die Beobachtungen Stahl's fehlerhaft gewesen sind, wenn auch die Spaltöffnungen nicht unter allen Verhältnissen offen bleiben. Beide Forscher stimmen aber darin überein, dass, wenigstens unter normalen Verhältnissen, eine keineswegs schwache Transpiration bei den Halophyten stattfindet.

Uebrigens dürfte ein ausreichender Schutz gegen eine der Pflanze schädliche Anhäufung von Chloriden schwerlich bloss durch eine herabgesetzte Wasserverdunstung zu erreichen sein. Denn wie Warming (III, S. 253) zweifelsohne ganz richtig bemerkt, wenn das Salzwasser aufgenommen werden kann, und wenn eine allerdings äusserst langsame und schwache aber doch lange andauernde Transpiration stattfindet, so müssen sich die Chloride sicherlich immerfort in der Pflanze anhäufen. Auch Diels (a. a. O. S. 339) ist der Ansicht, dass der Zellsaft nicht durch die Einschränkung der Transpiration

dauernd unter dem kritischen Punkte gehalten werden kann. Es scheint also sehr wahrscheinlich, dass die Halophyten und vor Allem die Mangrovepflanzen auch andere Schutzmittel gegen die Anhäufung von Chloriden in ihren Geweben besitzen werden. Ein solches Schutzmittel stellen zweifelsohne auch das bei diesen Pflanzen allgemein auftretende Wassergewebe sowie die Speichertracheiden und die Schleimzellen dar. Diese Einrichtungen können schwerlich, abgesehen von dem hypodermatischen Wassergewebe, ein Schutzmittel gegen allzu ausgiebige Transpiration sein. Eher dürfte das Vorkommen derartiger Strukturverhältnisse bei den Halophyten durch eine gehemmte Transpiration bedingt sein. Die nämlichen Einrichtungen kommen bekanntlich auch bei den Xerophyten vor, obwohl sie bei diesen Pflanzen eine ganz andere Rolle spielen. Wie bei den letzterwähnten Pflanzen die Schutzmittel gegen eine allzu lebhafte Wasserverdunstung durch die Notwendigkeit, mit den im Allgemeinen geringen Wasserquantitäten, die ihnen zu Gebote stehen, sparsam umzugehen bedingt sind, während dieselben Schutzmittel bei den Halophyten den Zweck haben, eine allzu grosse Zufuhr von Salzwasser und eine dadurch bewirkte, der Pflanze schädliche Anhäufung von Chloriden zu verhindern, ebenso haben die wasserspeichernden Einrichtungen bei den Xerophyten die Aufgabe, in Zeiten, wo die Wasserzufuhr gering oder fast gleich Null ist, der Pflanze das nötige Wasser zu besorgen, während gerade bei denjenigen Pflanzen, welche unter denselben Verhältnissen wie die Mangrovepflanzen leben, das Wasser, welches die Blätter für das Ausführen ihrer Funktionen nicht nötig haben, durch die nämlichen Einrichtungen unschädlich gemacht wird. Allerdings kann es beim ersten Blicke etwas befremdend vorkommen, dass dieselben Einrichtungen in dem einen Falle den Zweck haben der Pflanze das nötige Wasser zu besorgen, im anderen dagegen darauf abzielen, die Aufnahme allzu grosser Wassermengen bis zu einem gewissen Grade zu verhindern (wie es hier in Bezug auf die Schutzmittel gegen Transpiration vorausgesetzt wird). Wenn man aber bedenkt, dass diejenigen Xerophyten, welche kein Wassergewebe besitzen, ungeachtet der eingeschränkten Transpiration in ihrem Innern einen verhältnissmässig geringen Wasservorrat enthalten, so müssen derartige Pflanzen eine genügende osmotische Kraft besitzen, um aus dem Boden das nötige Wasser aufsaugen zu können. Die verminderte Transpiration ist bei den Xerophyten kein Hinderniss für die Aufnahme der relativ geringen Wasserquantitäten, welche diese Pflanzen nötig haben, andererseits bewirkt sie aber bei den Mangrovepflanzen, denen reichliche Wassermengen zu Gebote stehen, dass das Wasser nicht in allzu grossen, dem Leben schädlichen Quantitäten aufgenommen wird. In entsprechender Weise verhält es sich auch mit den auf Wasserspeicherung abzielenden Einrichtungen. Solche Einrichtungen finden sich hauptsächlich bei Xerophyten, welche in Gebieten mit abwechselnden Trocken- und Regenperioden leben, und haben den Zweck, die assimilatorischen Gewebe während der Trockenperioden mit Wasser zu versehen. Die Mangrovepflanzen haben dagegen niemals an Wassermangel zu leiden. Aus ihrem wasserreichen Substrate nehmen sie viel mehr Wasser auf als sie nötig haben. Das überflüssige Wasser wird in solchen Geweben bezw. Gewebeelementen, welche sich nicht an der Assimilation beteiligen oder damit aufgehört haben, abgeschieden und festgehalten, und kann demgemäss keine schädliche Wirkung auf die gelegentlich assimilirenden Gewebe ausüben. Durch den Schleim, welcher in grösseren oder geringeren Mengen auf der Innenseite der Zellwände vorhanden ist, besitzen die Zellen des Wassergewebes und die Schleimzellen unter normalen Verhältnissen eine stärkere osmotische Saugkraft als die angrenzenden Gewebeelemente und sind deshalb im Stande, das Wasser mit einer gewissen Energie aufzunehmen und auch festzuhalten. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, dass wenn das osmotische Gleichgewicht aus irgend einem Grunde gestört werden würde, die assimilatorischen Gewebe Wasser aus dem Wassergewebe aufsaugen können, wie es nach Haberlandt's Befunden (II, S. 349) in den Blättern abgeschnittener Zweige von Rhizophora mucronata der Fall ist. Er beobachtete nämlich, dass die älteren vergilbten Blätter nach einigen Tagen bedeutend geschrumpft und mit gerunzelter Oberfläche versehen waren, während mit Ausnahme der jüngsten, noch unausgewachsenen Blätter die übrigen Blattpaare kaum merklich erschlafft waren

und auch noch keine gerunzelte Oberfläche besassen. Eine solche Eventualität wie Wassermangel dürfte indessen bei Pflanzen mit so reichlicher Wasserzufuhr, wie sie die Mangrovepflanzen besitzen, kaum zu befürchten sein.

Eine Eigenschaft, welche ausserdem das Wassergewebe für Aufnahme und Speicherung von Wasser noch geeigneter macht, ist zuerst von Schimper (II, S. 32) bei den Epiphyten und nachher von Haberlandt (I, S. 190) bei Rhizophora mucronata beobachtet worden. Diese Eigenschaft besteht darin, dass entweder, wie bei der soeben erwähnten Rhizophora-Art, die Zellen in dem schon anfangs vorhandenen Gewebe oder auch in einem erst später entstehenden Wassergewebe allmählich einen höchst beträchtlichen Zuwachs erfahren und dabei auch ihre Form verändern, wodurch die älteren Blätter doppelt so dick wie die jüngeren, aber schon ausgewachsenen, Blätter werden können. In demselben Masse, wie das gespeicherte Wasser allmählich vermehrt wird, wird ihm auch grösserer Platz bereitet. Und eben dieser Umstand, dass das Wasser allmählich vermehrt wird, beweist die Richtigkeit der Ansicht, dass das gespeicherte Wasser nicht von der Pflanze verbraucht wird. Für diese merkwürdige Modifikation der Blätter wollen wir uns der Benennung Speicherblätter bedienen. Solche Blätter finden sich nicht nur bei den von Haberlandt angegebenen Pflanzen, sondern auch bei manchen anderen, die im Folgenden angeführt werden sollen. Allerdings habe ich das Vorkommen derartiger Blätter nicht bei allen hier behandelten Mangrovepflanzen konstatiren können, was in vielen Fällen auf der Unzulänglichkeit des mir zu Gebote stehenden Materiales beruhen dürfte, da ich von mehreren Arten nur ein einziges Blatt gehabt habe. Allein bezüglich vereinzelter unter ihnen, wie z. B. Avicennia nitida und Aegiceras majus, scheint es mir wahrscheinlicher, dass die Neutralisirung der schädlichen Einwirkung, welche eine grössere Menge von Chloriden auf das Assimilationsgewebe ausüben würde, in erster Linie durch Herabsetzung der Transpiration sowie durch eine andere, später zu besprechende Einrichtung und nur in geringerem Grade durch, wenn ich so sagen darf, Inaktivirung des absorbirten Wassers bewirkt wird.

Eine andere Frage, welche in diesem Zusammenhange von selbst auftaucht, ist wiederum die, ob die Speicherblätter schon von dem Zeitpunkte an, wo sie ihre definitive Flächengrösse erhalten haben, als wasserspeichernde Organe fungiren und einen dieser Funktion angepassten Bau, der später weiter ausgebildet wird, besitzen oder ob sie von vornherein denselben Bau wie die übrigen Blätter der Sprossachse besitzen. Diese Frage dürfte kaum in anderer Weise als durch Untersuchung an Ort und Stelle befriedigend entschieden werden und zwar durch Verfolgung der weiteren Entwickelung solcher Blätter, welche noch von dem Zeitpunkte an, wo sie ausgewachsen sind, dieselbe Höhe an der Sprossachse einnehmen. Haberlandt scheint der Ansicht zu sein, dass die anfangs assimilirenden Blätter in Speicherblätter umgebildet werden, und dies dürfte wohl auch der Fall sein. Es scheint mir aber wahrscheinlich, dass die unteren Blätter jeder Sprossachse, welche schliesslich zu Speicherblättern umgewandelt werden, in einem zeitigeren Stadium, wenn sie noch vorzugsweise im Dienste der Assimilation standen, einen von den der oberen an derselben Sprossachse befindlichen Blättern verschiedenen Bau besassen und zwar einen solchen, der leichter in den für die Speicherblätter charakteristischen umgewandelt werden kann. Denn bei der inneren Struktur, welche die oberen Blätter der Sprossachse, auch wenn sie ziemlich alt sind, auszeichnet, ist es schwer einzusehen, wie diese in die oft so höchst wesentlich anders gebauten Speicherblätter verwandelt werden könnten. Man vergleiche insbesondere die beiden Blattformen von Rhizophora mucronata (I, 24, 26), Bruguiera eriopetala (II, 18, 19), Conocarpus erecta (X, 1, 2) oder Derris uliginosa (VIII, 1, 2). Sollte indessen durch künftige Untersuchungen im Freien gezeigt werden können, dass auch die oberen Blätter der Sprossachse in Speicherblätter verwandelt werden, so dürfte eine solche Umwandlung nur durch gleitendes Wachstum, das nach der Auffassung Krabbe's (a. a. O.) eine wichtige Rolle bei der Gewebebildung spielt, bewerkstelligt werden können. Bei der Schilderung der verschiedenen Typen des Wassergewebes kommen wir auf diese merkwürdigen Blätter zurück.

Indessen dürfte es ohne weiteres einleuchtend sein, welche grosse Bedeutung die Anwesenheit dieser Blätter unterhalb der zur Zeit als Assimilationsorgane fungirenden Blätter für die Mangrovepflanzen haben muss. Der grösste Teil des durch die Leitungsbahnen des Stammes in die Blätter aufsteigenden Wassers wird nämlich von den unteren Blättern aufgenommen, wodurch der Zufluss zu den vorzugsweise assimilirenden Blättern vermindert wird.

3. Wassergewebe, Schleimzellen, Speichertracheiden und Sclereiden.

Das Wassergewebe kann einen sehr verschiedenen Ursprung haben und ist von diesem Gesichtspunkte aus von einem gewissen Interesse. Es funktionirt entweder schon von Anfang an als Wassergewebe, oder es ist zuerst assimilatorisch und wird später in ein Wassergewebe umgewandelt, wobei das Plasma nebst dem körnigen Inhalte vermindert und durch Wasser ersetzt wird, während die Zellen sich vergrössern und oft ihre Form ändern. In ersterem Falle ist dies Gewebe stets hypodermoidal, im letzteren ist es das innere Gewebe, sei es das Palissaden- oder Schwammparenchym oder diese beiden Gewebe zusammen, also das ganze Mesophyll, das in Wassergewebe verwandelt wird. Ausserdem ist es nicht selten, dass vereinzelte Zellen in der Epidermis oder im Mesophyll zu Wasserzellen umgebildet werden können. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Arten von Wassergewebe sind folgende Kombinationen beobachtet worden:

A. Ausschliesslich hypodermoidales Wassergewebe.

Ein solches Gewebe besteht meistens aus dünnwandigen, am Querschnitt durch die Blätter niedrigen, jedoch an Flächenschnitten im Verhältniss zu den Epidermiszellen grossen und lückenlos vereinigten Zellen, die an Flächenschnitten polygonal sind oder in Folge der undulirten Zwischenwände einen unregelmässigen Umriss besitzen (Anona palustris, VII, 4). Oft sind die Zellen dieses Gewebes von einem durch gelöste Gerbstoffe braungefärbten Zellsaft gefüllt. Wenn mehrere Schichten vorhanden sind, gilt dies nur von den äusseren Schichten. Stets ist dies Gewebe am stärksten in der oberen Blattfläche entwickelt. Sämtliche drei Rhizophora-Arten (I, 2, 3, 4, 5) sind ausgezeichnet durch ein sehr mächtiges Hypoderma, das bei den verschiedenen Arten eine an der Oberseite zwischen 4 – 5 und an der Unterseite zwischen 2—3—4 Schichten wechselnde Mächtigkeit besitzt. Rhizophora Mangle (II, 1) hat das mächtigste Hypoderma, und zwar 4—5 Schichten in der oberen und 3—4 in der unteren Fläche. Auch das Hypoderma der Blätter von Avicennia nitida (IV, 2) ist ziemlich mächtig, besteht in der oberen Seite aus 3—4, in der unteren aber blos aus einer einzigen Schicht und wird von aussergewöhnlich dickwandigen, farblosen Zellen gebildet. Ceriops Candolleana (III, 4) hat in der oberen Seite ein 2—3reihiges, in der unteren ein einreihiges Hypoderma, dessen Zellen alle mit einem braunen Zellsafte gefüllt sind. Acanthus ilicifolius (V, 1), Scyphiphora caryophyllacea (VI, 1), Anona palustris (VII, 2) und Excoecaria Agallocha (VII, 12) haben in der unteren Blattfläche kein hypodermatisches Wassergewebe. In der oberen Seite ist das betreffende Gewebe bei den beiden letzterwähnten Arten einreihig, bei Scyphiphora caryophyllacea und Acanthus ilicifolius zweireihig. Von diesen vier Pflanzen ist es nur Scyphiphora, bei welcher die Zellen des Hypoderma von einem braunen Zellsaft gefüllt sind. Von allen hier abgehandelten Pflanzen ist nur diese durch einen besonders grossen Wasserreichtum im Mesophyll ausgezeichnet. Beim Zusatz wasserentziehender Mittel weist nämlich das Palissadengewebe dieselbe eigentümliche Faltung auf, die nach Westermaier (a. a. O.) das typische Wassergewebe auszeichnet, und auch die Zellen des Schwammparenchyms schrumpfen stark zusammen und werden sehr deformirt.

Speicherblätter sind innerhalb dieser Gruppen ziemlich selten. Am besten entwickelt sind die Speicherblätter bei der schon besprochenen Rhizophora mucronata, bei welcher sie in der Weise gebildet werden, dass die Zellen in den beiden untersten Schichten des oberen Hypoderma sich höchst

beträchtlich verlängern und prismatische Form annehmen, so dass ihre Höhe die Weite bis um das 6 fache übertrifft, während sie anfangs nicht so hoch als weit sind. Allein nach der Abbildung von Schimper (I, Taf. IV, 11) zu urteilen, können sie noch viel höher werden. Vermutlich hat dieser Forscher viel ältere Blätter als die von mir untersuchten zu seiner Verfügung gehabt. Doch kommt es mir vor, als wäre diese Abbildung etwas schematisch, weil das Verhältniss zwischen der Höhe des Wassergewebes und der des Mesophylls ein derartiges ist, dass das abgebildete Speicherblatt 3—4 mal dicker als die assimilatorischen Blätter sein müsste. Allein Haberlandt giebt an, dass die älteren vergilbten Blätter, die ja die grösste Dicke haben müssten, doppelt dicker als die jüngeren, aber völlig ausgewachsenen Blätter waren. Von den beiden übrigen Rhizophora-Arten habe ich keine völlig ausgebildeten Speicherblätter gehabt; indessen sind die ältesten mir zugänglichen Blätter merkbar dicker als die jüngeren und oberen Blätter derselben Achse und ihre erhöhte Dicke beruht auf der Streckung der Zellen in den beiden unteren Schichten des Hypoderma der oberen Blattfläche. Von Ceriops Candolleana habe ich nur ein Blatt in meinen Händen gehabt. Die älteren Blätter von Scyphiphora caryophyllacea haben ähnliche, obwohl nicht so auffallende Veränderungen erlitten. Der Unterschied in der Dicke bei den älteren und jüngeren Blättern ist auch nicht so gross wie bei Rhizophora mucronata. Die erhöhte Dicke beruht darauf, dass die Zellen der unteren Hypodermaschicht in der oberen Blattfläche und der oberen Reihe des Palissadenparenchyms sich verlängert haben (vergl. VI, 1, 2). Die oberen Palissadenzellen werden also in Wasserzellen, welche das Wassergewebe verstärken, umgewandelt. Die obere Schicht des Hypoderma wird dagegen wenig verändert; ihre Zellen sind auch dickwandiger als die der unteren Schicht. Hingegen scheinen die betreffenden Blätter bei Excoecaria Agallocha und Acanthus ilicifolius zu fehlen. Von Anona palustris habe ich nur ein einziges Blatt gehabt, halte es aber auf Grund des inneren Baues des Blattes für höchst unwahrscheinlich, dass Speicherblätter bei dieser Pflanze anzutreffen sind.

B. Das Wassergewebe zu gleicher Zeit hypodermoidal und innerhalb des assimilatorischen Gewebes befindlich.

Wenn das hypodermoidale Wassergewebe schwach ausgebildet ist, wird es von einem inneren Wassergewebe verstärkt, das entweder schon in jüngeren Blättern vorhanden ist oder aber erst succesive, in demselben Masse wie die Blätter zu Speicherblättern verwandelt werden, ausgebildet wird. Eine Ausnahme von dieser Regel bilden die Blätter von Carapa obovata, welche in der oberen Fläche ein ziemlich mächtiges, aus zwei Schichten bestehendes Hypoderma besitzen. Aber schon in jüngeren Blättern werden viele Zellen in der dem Hypoderma angrenzenden Schicht des Palissadenparenchyms in Wasserzellen umgewandelt und wahrscheinlich wird die betreffende Schicht schliesslich ganz zu einem Wassergewebe, in demselben Masse wie die Menge des überflüssigen Wassers vermehrt wird (III, 14, 15). Diese Pflanze verhält sich also in derselben Weise wie Scyphiphora caryophyllacea, die deshalb auch zu diesem Typus gerechnet werden könnte. Auch bei den Bruguiera-Arten wird das innere Wassergewebe in den oberen Blättern vermisst und entsteht später. Diese Pflanzen besitzen ein einschichtiges Hypoderma, dessen Zellen die Fähigkeit sich weiter zu verlängern abgeht. Weil nun noch das Palissadenparenchym einreihig ist, so befindet sich das, wenn ich so sagen darf, sekundäre Wassergewebe im Schwammparenchym. Das Wassergewebe in den Blättern von Bruguiera eriopetala (II, 18) ist der obere Teil dieses Gewebes; es grenzt unmittelbar an das Palissadengewebe und nimmt ungefähr $^3/_4$ der ganzen Höhe des Schwammparenchyms ein. Bei B. gymnorhiza (II, 6) wird das Wassergewebe durch einige horizontale Reihen von transpiratorischem Schwammparenchym, das in seiner grössten Mächtigkeit unter dem Wassergewebe auftritt, vom Palissadenparenchym getrennt. Bei diesen beiden Arten sind die Zellen des Wassergewebes annähernd in Reihen angeordnet, nur bei B. caryo-

phylloides (III, 2) sind sie in Gruppen, welche an das Hypoderma der unteren Blattfläche grenzen und in das transpiratorische Schwammparenchym hineinragen, geordnet. In den Blättern von Aegiceras majus (IV, 15) ist das Hypoderma ziemlich mächtig und besteht aus 3—4 Schichten, deren Zellen sehr dickwandig sind. Die Zellen des inneren Wassergewebes bilden an Querschnitten durch die Blattspreite horizontale Reihen; diese wechseln mit den übrigen Zellreihen des Schwammparenchyms ab, von deren Zellen sie sich durch das Fehlen der Chloroplasten, durch wasserhellen Inhalt und den fast vollständigen Mangel an Ausstülpungen an tangentialen Durchschnitten (IV, 24), wodurch sie eine mehr abgerundete Form erhalten, unterscheiden. Ausserdem sind bei dieser Pflanze manche Palissadenzellen der dem oberen Hypoderma angrenzenden Reihe zu Wasserzellen verwandelt worden. In den Blättern von Kandelia Rheedii (IX, 1) tritt wiederum das hypodermoidale Wassergewebe gegen das innere mehr zurück, indem es nur aus einer Schicht in jeder Blattfläche besteht, während das ganze Schwammparenchym mehr oder weniger vollständig den Charakter eines Wassergewebes angenommen hat, was dadurch ermöglicht worden, dass die Blätter isolateral sind. Die Zellen des Schwammparenchyms sind nämlich sehr gross, mehr oder weniger rundlich und besitzen keine Ausstülpungen, so dass sie an horizontalen und tangentialen Schnitten (IX, 6) die nämliche Form zeigen. Wie in jedem anderen inneren Wassergewebe fehlt auch in den Zellen dieses Gewebes, wenigstens in den jüngeren Blättern, ein körniger Inhalt nicht.

Speicherblätter. Von Aegiceras majus habe ich nur über ein Blatt verfügt, und ich habe deshalb nicht entscheiden können, ob das betreffende Blatt ein normales Assimilationsblatt oder ein Speicherblatt gewesen ist; das erstere scheint mir jedoch wahrscheinlicher. Sollten indessen bei dieser Art Speicherblätter vorhanden sein, so ist es sehr wahrscheinlich, dass das dickwandige Hypoderma unverändert bleibt, dass aber die obere Palissadenreihe in ein Wassergewebe verwandelt wird. Von Carapa obovata untersuchte ich zwei Blätter, von denen das eine bedeutend dicker ist (III, 15), obwohl lange nicht in so hohem Grade wie die Speicherblätter von Rhizophora mucronata im Vergleich mit den jüngeren Blättern. Doch sind die Zellen der oberen Palissadenreihe fast doppelt so hoch und beträchtlich breiter als in dem jüngeren Blatte (III, 14) und ungefähr dasselbe ist der Fall mit den Hypodermazellen der unteren Reihe. Da indessen in diesem Blatte einzelne Gruppen von Zellen in der oberen Reihe des Palissadengewebes noch ihren Charakter als assimilatorische Zellen beibehalten haben und nur höher und schmäler als die entsprechenden Zellen des jüngeren Blattes geworden sind, so ist es möglich, dass auch dies Blatt nicht ein völlig entwickeltes Speicherblatt gewesen ist. Das Untersuchungsmaterial von Kandelia Rheedii ist auch ziemlich knapp gewesen und bestand nur aus ein Paar abgetrennten Blättern, deren relatives Alter also nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte. Aus den Verschiedenheiten im inneren Baue könnte man indessen mit ziemlich grosser Gewissheit den Schluss ziehen, dass die Zellen des Schwammparenchyms in dem oberen und also jüngeren Blatte (IX, 1) mehr abgerundet sind, in den Speicherblättern (IX, 2) aber grösstenteils sehr hoch und cylindrisch, wodurch solche Blätter bedeutend dicker als die jüngeren Blätter sein müssen. Bei den Bruguiera-Arten und zwar besonders bei B. gymnorhiza und B. eriopetala, finden sich die ausgeprägtesten Speicherblätter, welche mehr als doppelt dicker sind, als die höher an der Sprossachse befindlichen und also jüngeren, aber völlig ausgewachsenen Blätter (vergl. II, 18 und 19). In diesen letzteren ist das Schwammparenchym durchaus gleichförmig und besteht ausschliesslich aus an Flächenschnitten bogenförmig gekrümmten, mit Ausstülpungen versehenen und demgemäss netzförmig angeordneten Zellen, welche reich an Plasma und Chloroplasten sind. In älteren Blättern ist, wie schon erwähnt wurde, ein Teil dieses Gewebes in Wassergewebe umgewandelt worden, indem die Zellen gewisser Schichten unter Wasseraufnahme, wobei Plasma und Chloroplasten mehr und mehr verschwinden, sich hauptsächlich in einer gegen die Blattfläche vertikalen Richtung strecken. An der Erhöhung der Dicke beteiligen sich auch in wesentlichem Grade die Palissadenzellen, welche in den Speicherblättern viel

höher, ja bei Bruguiera eriopetala 3 mal höher als in den oberen Blättern sind. Auch bei B. caryophylloides finden sich Speicherblätter, die sich jedoch nicht so scharf wie bei den beiden anderen von den oberen Blättern unterscheiden. Wie schon hervorgehoben, ist nämlich in den älteren Blättern ein Wassergewebe vorhanden, das aber in wesentlich anderer Weise als bei den beiden anderen Arten angeordnet ist (III, 2).

C. Ein Hypoderma fehlt; Wassergewebe im Inneren des Blattes.

Zu diesem Typus gehören Lumnitzeria racemosa und L. coccinea, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta, Scolopia sp., Sonneratia lanceolata, S. caseolaris und Pemphis acidula. Diese sämtlichen Pflanzen zeichnen sich durch isolateralen Blattbau aus. Am wenigsten entwickelt ist das Wassergewebe bei Scolopia sp. (VI, 13, 20), dessen Blätter in bedeutend geringeren Grade als bei den übrigen diesem Typus angehörigen Pflanzen isolateral sind. In gewisser Beziehung stimmt dies Wassergewebe mit dem entsprechenden Gewebe bei Aegiceras majus überein, indem das Schwammparenchym teils aus kleineren, chloroplastenreichen Zellen, die mehr oder weniger rundlich sind und denen Ausstülpungen fehlen, besteht und teils aus grösseren Zellen, welche keine Chloroplasten besitzen, an tangentialen Schnitten bogenförmig gekrümmt sind und durch kurze, breite Ausstülpungen mit einander kommuniziren und demgemäss netzförmig angeordnet werden, wie es meistens in einem transpiratorischen Gewebe der Fall ist. Es ist sehr wahrscheinlich, dass diese Zellen, welche oft zusammen mit den transpirirenden Zellen in derselben Schicht liegen, wasseraufsammelnde Zellen sind, die eine Art fragmentarischen Wassergewebes darstellen, eine Annahme, die dadurch bestätigt wird, dass sie mit einem braunen Zellsaft von demselben Aussehen wie der im hypodermoidalen Wassergewebe häufig auftretende gefüllt sind. Bei allen anderen hieher gehörigen Pflanzen wird das Wassergewebe aus dem Chlorophyllparenchym in der Weise gebildet, dass die Zellen dieses Gewebes ihren plasmatischen Inhalt mehr oder weniger vollständig verlieren und mit Wasser gefüllt werden, wobei sie sich vergrössern und öfter auch ihre Form verändern. Bei Pemphis acidula (XII, 1, 2, 4) wird nicht nur das ganze Schwammparenchym, sondern auch die innere Reihe des Palissadenparenchyms in den beiden Blattflächen in ein Wassergewebe verwandelt, wobei die Zellen allerdings grösser werden, ihre Form aber nicht merkbar verändern. Bei sämtlichen übrigen Arten bleibt das Palissadengewebe unverändert, das Schwammparenchym wird aber in ein Wassergewebe verwandelt. In den Blättern von Conocarpus erecta (X, 1 und 2), Sonneratia caseolaris und S. lanceolata wird auch die Form der Schwammparenchymzellen verändert, indem sie hoch prismatisch werden, wie ich es ganz bestimmt bei der erst-erwähnten Art habe konstatiren können, in deren oberen Blättern diese Zellen ganz niedrig und breit sind, während sie in den älteren hoch palissadenähnlich waren. In Blättern von Sonneratia lanceolata und S. caseolaris, (XIII, 10), die ich untersuchen konnte, waren die Zellen dieses Gewebes auch mehr oder minder verlängert, allein an der von Schimper (I, VI, 1) gegebenen Abbildung von S. acida sind sie isodiametrisch. Ich vermute deshalb, dass Schimper ein jüngeres Blatt abgebildet hat, und dass ich dagegen von den beiden anderen Arten nur ältere Blätter gehabt habe, glaube auch daraus schliessen zu können, dass innerhalb dieser Gattung dieselbe Umbildung des Schwammparenchyms stattfindet, wie bei Conocarpus. Von Laguncularia racemosa habe ich nur jüngere Blätter gehabt, die in ihrem Bau mit den jüngeren Blättern von Conocarpus erecta übereinstimmen. Doch habe ich an etwas älteren Blättern bemerken können, dass die Zellen des Schwammparenchyms etwas verlängert waren. Das Wassergewebe von Lumnitzeria coccinea ist, wie früher erwähnt, besonders abweichend, indem die Intercellularräume fast fehlen und die Zellen aussergewöhnlich dickwandig sind. Ich vermute, dass die wenigen Blätter, die mir zur Verfügung standen, Speicherblätter gewesen sind und zwar auf Grund der aussergewöhnlichen Höhe des Querschnittes. Die Organisation der jüngeren Blätter ist mir also unbekannt geblieben.

Speicherblätter. Es ist einleuchtend, dass wenn ein Wassergewebe in den jüngeren Blättern nicht vorhanden ist, sondern erst allmählich durch diejenigen Veränderungen, welche die Mesophyllzellen in der oben geschilderten Weise erleiden, gebildet wird, hier alle Blätter mit völlig ausgebildetem Wassergewebe als Speicherblätter bezeichnet werden müssen. Dass die Blätter durch diese Veränderungen merkbar dicker werden, ist ebenfalls oben gezeigt worden, wie auch dass bei Scolopia keine derartigen Blätter nachgewiesen werden konnten, was wahrscheinlich darauf beruht, dass ein sekundäres Wassergewebe in den Blättern dieser Pflanze nicht konstatirt werden konnte.

D. Ein besonderes Wassergewebe fehlt.

Hieher gehören nur Derris uliginosa und Herpestis Monnieria, beide mit dorsiventralem Blattbau, der allerdings bei der letzterwähnten Art wenig ausgeprägt ist. In der That dürfte dieser Typus, wenigstens hinsichtlich der erstgenannten und vermutlich auch in Bezug auf die letztere Art, als eine mehr durchgeführte Form des vorigen Typus aufgefasst werden können. Während nämlich bei dem letzteren Typus nur ein Teil des Mesophylls in ein Wassergewebe verwandelt wird, wird bei Derris das ganze Mesophyll in ein derartiges Gewebe umgebildet. In jüngeren Blättern dieser Pflanze findet sich eine Reihe von niedrigen und breiten Palissadenzellen, und das Schwammparenchym ist sehr lacunös (VIII, 1). Die Zellen dieser beiden Gewebe sind aussergewöhnlich gross und wasserreich, wozu kommt, dass der plasmatische Inhalt sehr sparsam ist. Die älteren Blätter (VIII, 2) sind gut doppelt dicker und sind als wirkliche Speicherblätter zu betrachten. Die drei oberen Mesophyllschichten bestehen aus hohen, palissadenförmigen Zellen, welche dicht zusammen stehen und mehr als die Hälfte der Höhe des Mesophylls einnehmen. Auch die Zellen der unteren Schichten sind erheblich grösser als in den jüngeren Blättern und stehen sehr dicht zusammen. In den Blättern von Herpestis Monnieria (VIII, 9) sind die Zellen des wenig differenzirten Palissadenparenchyms wie auch die des Schwammparenchyms sehr gross, rundlich und strotzen von Wasser. Sie besitzen also, abgesehen von dem körnigen Inhalt, sämtliche Charaktere der Zellen eines Wassergewebes. Nur die Zellen der inneren Schichten zeigen eine schwache Tendenz, Ausstülpungen zu bilden, allein diese sind kurz und im Gegensatz zu dem, was bei anderen Mangrovepflanzen der Fall ist, sehr schmal und von dem grossen, zentralen und abgerundeten Teile der Zelle scharf getrennt. Ob in der Organisation der älteren Blätter etwaige Veränderungen eintreten, habe ich keine Gelegenheit gehabt zu entscheiden.

Ein für die Aufklärung der physiologischen Bedeutung des Wassergewebes interessanter Umstand dürfte hier der Erwähnung verdienen. In den Blättern gewisser Mangrovepflanzen sind die Mesophyllzellen verhältnissmässig klein und wasserarm, reich an Plasma und Chloroplasten, und sowohl Palissaden- wie Schwammparenchym sind in derselben Weise wie bei den gewöhnlichen Landpflanzen gebaut, wozu kommt, dass das intercelluläre System gut ausgebildet ist. In den Blättern anderer derartiger Gewächse sind die Zellen wiederum sehr gross, wasserreich, stark turgescent und relativ arm an Plasma und Chloroplasten. Zu gleicher Zeit sind die Palissadenzellen meistens im Verhältniss zur Höhe sehr weit und die Zellen des Schwammparenchyms mehr oder weniger rundlich und kommuniziren nicht vermittels Ausstülpungen, sondern berühren einander mit abgerundeten Flächen. Nur wenn zwischen ihnen grössere Intercellularräume vorkommen, was in diesem Falle übrigens selten eintrifft, werden kürzere Ausstülpungen gebildet. Das erstgenannte Verhältniss findet statt bei sämtlichen drei Rhizophora- und Bruguiera-Arten, bei Ceriops Candolleana, Carapa obovata, Acanthus ilicifolius, Aegiceras majus, Avicennia nitida, Scolopia sp., Anona palustris und Excoecaria Agallocha. In den Blättern dieser Pflanzen ist das Wassergewebe subepidermoidal und befindet sich also ausserhalb der assimilatorischen Gewebe, worauf es wohl beruhen dürfte, dass die Zellen der

letzterwähnten Gewebe weniger wasserreich sind, ihre ursprüngliche Form behalten und ungeachtet der sich immerfort mehrenden Salzwassermenge doch fortwährend funktioniren können. Allerdings finden sich im Schwammparenchym von Aegiceras und Scolopia, wie schon erwähnt wurde, kleinere Schichten von Wassergewebe, wie auch bei Excoecaria Agallocha vereinzelte Wasserzellen im Palissadengewebe auftreten können; dies übt aber keinen merkbaren Einfluss auf die Form der übrigen Gewebeelemente und auch nicht auf die Form der wasserführenden Zellen aus. Wenn die älteren Blätter in Speicherblätter verwandelt werden, können die Verhältnisse in dieser Hinsicht etwas verändert werden. Im geringsten Masstabe ist dies in den Blättern der Rhizophora-Arten der Fall, in denen hauptsächlich das Wassergewebe selber vergrössert wird, und ebenso in den Blättern von Carapa obovata, in denen auch die unmittelbar unterhalb des Wassergewebes befindliche Schicht des Palissadenparenchyms in ein derartiges Gewebe verwandelt wird. Allein in den Blättern sämtlicher drei Bruguiera-Arten, deren Wassergewebe auf eine einzige Schicht reduzirt ist, deren Zellen ausserdem anscheinend keine Vergrösserung erfahren können und deren Palissadenparenchym nur aus einer einzigen Schicht besteht, wird meistens ein kleinerer oder grösserer Teil des Schwammparenchyms in ein Wassergewebe umgebildet, während im übrigen Teile die Form der Zellen unverändert bleibt. Die einzige Abweichung von diesem Verhältnisse findet man bei Kandelia Rheedii, welche in beiden Seiten des Blattes ein hypodermoidales Wassergewebe besitzt, deren Schwammparenchym dessen ungeachtet am nächsten mit einem Wassergewebe oder vielleicht noch eher mit dem Schwammparenchym der isolateralen Blätter übereinstimmt. Aber auch bei dieser Pflanze ist das Mesophyll isolateral. Zu dem zweiten Typus gehören Lumnitzeria racemosa und L. coccinea, Sonneratia caseolaris und S. lanceolata, Pemphis acidula, Laguncularia racemosa und Conocarpus erecta, denen ein subepidermoidales Wassergewebe durchgängig fehlt, die aber dafür im Inneren des Blattes ein Wassergewebe besitzen. Wahrscheinlich in Folge dieser Lage des Wassergewebes werden auch die assimilatorischen Zellen ziemlich wasserreich, ja, in den Speicherblättern von Pemphis sp. wird sogar die zu beiden Seiten um das Wassergewebe befindliche Schicht des Palissadenparenchyms in ein Wassergewebe verwandelt. Scyphiphora caryophyllacea stellt eine Zwischenform zwischen diesen beiden Typen dar. Diese Art besitzt allerdings in der oberen Blattfläche ein subepidermoidales Wassergewebe, allein das ganze Mesophyll und vor Allem das Palissadengewebe ist sehr wasserreich und nimmt in Speicherblättern fast den Charakter eines Wassergewebes an. Wenn andererseits in den Blättern kein besonderes Gewebe für Wasserspeicherung vorhanden ist, so werden die Mesophyllzellen, wie es in den Blättern von Derris uliginosa und Herpestis Monnieria der Fall ist, mit Wasser gefüllt und das ganze Gewebe bekommt schon frühzeitig das Aussehen eines Wassergewebes. Wenn das Blatt in ein Speicherblatt umgewandelt worden, wird diese Veränderung des Mesophyll, wenigstens bei Derris, noch auffälliger. Wie sich Herpestis in dieser Beziehung verhält, habe ich nicht konstatiren können. Indessen geht aus den jetzt angeführten Thatsachen hervor, dass, je weiter das wasserspeichernde Gewebe von den assimilatorischen Geweben entfernt ist, um so besser werden diese gegen eine Ueberfüllung mit Wasser geschützt, wodurch sie auch ihren Bau unverändert beibehalten und fortwährend ihre Funktionen erfüllen können, wie auch, dass das Wassergewebe die Eigenschaft besitzt, das aufgenommene Wasser mit einer gewissen Energie festzuhalten.

4. Schleimzellen.

Die Anwesenheit derartiger Zellen im Blatte scheint oft mit dem Vorkommen eines Wassergewebes in engstem Zusammenhange zu stehen und macht manchmal den Eindruck, als hätten die Schleimzellen den Zweck, aus den assimilatorischen Geweben und aus den Gefässbündeln oder ihrer nächsten Umgebung Wasser aufzusammeln, um es nachher dem Wassergewebe zuzuführen. Besonders

der Blattbau der Rhizophoren giebt eine ungesuchte Veranlassung zu einer solchen Vorstellung. In den Blättern dieser Pflanzen ist nämlich das Wassergewebe durch eine ziemlich mächtige Schicht von Palissadenzellen vom Schwammparenchym und den in dessen oberen Schichten vorkommenden Gefässbündeln getrennt. An Querschnitten durch die Blattspreite (I, 6) scheint eine einfache Schicht aus Schleimzellen, von denen einige zwischen die Zellen des Wassergewebes hineinragen, das Palissadenparenchym vom Wassergewebe zu trennen. Allein tangentiale Schnitte durch das erstgenannte Gewebe (I, 7, 8, 9) zeigen, dass die Schleimzellen keineswegs eine vom Palissadenparenchym getrennte Schicht bilden, sondern dass sie sich zwischen die Palissadenzellen auf ungleiche Tiefe hineindrängen und grösstenteils in diesem Gewebe aufhören. Einige von ihnen aber erstrecken sich bis in das Schwammparenchym hinab und zwar unter Umständen bis an die unterste Schicht dieses Gewebes. Oberhalb des Palissadenparenchyms erweitern sich die Schleimzellen, so dass sie sich zu einer continuirlichen Schicht zusammenschliessen, nach unten zu werden sie aber allmählich schmäler, so dass sie im Schwammparenchym sehr schmal sind (I, 25). Auch in den Blättern von Carapa obovata (III, 28) finden sich zahlreiche Schleimzellen nebst Wasserzellen in der oberen Schicht des Palissadenparenchyms; sie grenzen an das hypodermoidale Wassergewebe, sie erstrecken sich hier aber nicht durch die unteren Schichten des Palissadenparenchyms bis an das Schwammparenchym hinab. Solche Zellen finden sich auch bei Bruguiera eriopetala und B. gymnorhiza, Acanthus ilicifolius, Scyphiphora caryophyllacea, Excoecaria Agallocha und Aegiceras majus, wo sie mit Rücksicht auf die geringe Entwickelung, welche das hypodermoidale Gewebe hier im Vergleich mit dem der Rhizophora-Arten besitzt, wahrscheinlich minder als wasserleitende wie als wasserspeichernde Organe fungiren. Auch scheint bei manchen von diesen Pflanzen eine scharfe Grenze zwischen Schleimzellen und Wasserzellen nicht vorhanden zu sein. Die entsprechenden Zellen im Palissadengewebe der Blätter von Pemphis sp. und Derris uliginosa funktioniren wahrscheinlich in derselben Weise.

Im engsten Zusammenhange mit dem Wassergewebe stehen auch die Sklereiden, die zu lokalmechanischen Zwecken verwendet werden. Für solche Zwecke fehlen nämlich im Wassergewebe diejenigen Spiralfiberablagerungen, welche sonst öfters in den Zellen des Wassergewebes (Areschoug, III, S. 147) vorkommen und die man aus diesem Grunde, obschon nach meiner Ansicht mit Unrecht, mit den Tracheiden hat identifiziren wollen. Solche Ablagerungen sind bei den Halophyten selten, können aber doch vorkommen, wie z. B. bei Salicornia herbacea. Allein, wie Hultberg (a. a. O. S. 41) gezeigt hat, fehlen sie bei verschiedenen anderen Arten derselben Gattung und werden hier von Sklereiden ersetzt. So verhalten sich auch die meisten Mangrovepflanzen, welche fast durchgängig Sklereiden in ihren Blättern besitzen. Am meisten entwickelt sind sie bei den Rhizophora-Arten, bei denen sie auch im Palissadenparenchym zahlreich auftreten und oft durch dies Gewebe tief in das Schwammparenchym, wo sie sich öfters verzweigen, hineindrängen. Das Palissadenparenchym dieser Pflanzen erhält dadurch an tangentialen Schnitten (I, 7, 8, 9) ein sehr eigentümliches Aussehen. Bei Laguncularia racemosa (X, 10) finden sich vereinzelte, unverzweigte und fast balkenförmige Sklereiden, die sich durch das ganze Mesophyll von der oberen bis an die untere Seite erstrecken und welche, wie es scheint, verlängerte Epidermiszellen sind.

Speichertracheiden, welche bei diesen Pflanzen wie bei den Xerophyten sehr häufig sind, haben bei den Halophyten die Aufgabe, eine der Pflanze verderbliche Anhäufung von Chloriden in den assimilatorischen Geweben zu verhindern, keineswegs aber, wie bei den Xerophyten, im Falle von Wassermangel diese Gewebe mit Wasser zu versehen. Solche Tracheiden finden sich teils in den äussersten Endungen der grösseren Gefässbündel, teils in den kurzen und blind abschliessenden Strängen, die vom Gefässbündelnetz ausgehen. In beiden Fällen sind sie als in ihrer Entwickelung gehemmte, tracheale Elemente zu betrachten, welche so spät angelegt werden, wenn das Wachstum des Blattes im Aufhören begriffen ist, weshalb sie nicht Gelegenheit finden sich zu strecken.

5. Wassersecernirende Organe.

Im Vorhergehenden haben wir zu zeigen gesucht, dass bei den Mangrovepflanzen zu gleicher Zeit zweierlei Einrichtungen existiren, durch welche diese Pflanzen sich gegen die aus ihrem spezifischen Standorte erwachsenden Unzuträglichkeiten zu schützen suchen, und welche bezwecken, teils durch Herabsetzung der Transpiration die Absorption von Salzwasser zu vermindern, teils auch das überflüssige Wasser durch dessen Fernhalten von den assimilatorischen Geweben einigermassen unschädlich zu machen. Es kann indessen aus guten Gründen bezweifelt werden, ob diese zweierlei Einrichtungen thatsächlich genügende Mittel sind, um die Pflanze gegen die grossen Mengen von Chloriden, welche ihr mit dem Salzwasser zugeführt werden, zu schützen. Es erübrigt also zu untersuchen, ob die Mangrovepflanzen als Schutzmittel in der betreffenden Hinsicht noch weitere Einrichtungen besitzen.

Diels (a. a. O. S. 309), der ebenso wie Warming bezweifelt oder geradezu leugnet, dass der Zellsaft durch Einschränkung der Verdunstung auf die Dauer unter dem kritischen Konzentrationsgrade gehalten werden kann, und welcher zu gleicher Zeit voraussetzt, es könne eine Befreiung des Zellsaftes von Salz nirgends stattfinden, sucht den Beweis zu führen, dass die meisten oder alle Halophyten die Fähigkeit besitzen, mit irgend welchen Mitteln die Chloride in ihrem Inneren zum Teil durch Zersetzung unschädlich zu machen. Ferner sucht er zu zeigen, dass eine Entchlorung der Halophyten stattfindet, so dass die Zersetzung der Chloride durch Aepfelsäure bewirkt werden sollte, und zwar unter Bildung von Malaten, welche in ansehnlicher Menge in den vom Verfasser untersuchten Halophyten vorhanden sind. Der chemische Zusammenhang dieses Prozesses ist aber vom Verfasser nicht genügend aufgeklärt worden. Auch hat Benecke (a. a. O.) vor Kurzem dargethan, dass eine solche Entchlorung gar nicht stattfindet.

Noch bevor ich Gelegenheit gehabt hatte, eine grössere Anzahl Mangrovepflanzen zu untersuchen, wurde ich überrascht, als ich bei diesen Pflanzen allerlei verschiedene Einrichtungen vorfand, welche als wasserausscheidende Organe und demgemäss auch als Mittel, sie vom grössten Teile der mit dem Wasser aufgenommenen Chloride zu befreien, aufgefasst werden könnten. Meine Aufmerksamkeit wurde also auf diese Seite der vorliegenden Frage gerichtet, und ich glaube jetzt konstatiren zu können, dass bei fast allen untersuchten Pflanzen diese oder jene, ja, bei manchen sogar mehrere verschiedene Einrichtungen, die möglicherweise dazu dienen könnten, Salzwasser aus der Pflanze zu entfernen, nachgewiesen werden können. Solche wasserausscheidende Organe sind bei den Halophyten wenig beachtet worden. Warming (III, 40) hat das ziemlich häufige Auftreten von Drüsen bei den Halophyten nachgewiesen und zugleich die Vermutung ausgesprochen, dass dieselben bei dieser oder jener Pflanze als Hydathoden funktioniren. Noch schärfer wird dies von Börgesen (S. 54) betont, welcher zu den Charakteren, welche die Mangrovepflanzen und die Halophyten im Allgemeinen auszeichnen, auch eingesenkte Drüsenhaare hinzufügt. Börgesen spricht in dem betreffenden Zusammenhange auch die Vermutung aus, dass derartige Gebilde Hydathoden sind, welche nicht nur den Zweck haben, Wasser auszuscheiden, sondern auch süsses Wasser aufzunehmen, was für die Halophyten, die durch ihr Wurzelsystem nur Salzwasser bekommen, von grossem Werte sein kann. Dass viele Pflanzen durch ihre Wasserspalten Wasser abscheiden, ist eine längst bekannte Thatsache. Das Verdienst nachgewiesen zu haben, dass die Pflanzen auch durch allerlei andere Einrichtungen sich des überflüssigen Wassers erledigen können, gebührt Haberlandt (III). Alle Einrichtungen, welche für einen solchen Zweck funktioniren, werden von ihm Hydathoden genannt, und wir wollen der Kürze halber und um die Einführung neuer Namen zu vermeiden auch in Bezug auf solche Einrichtungen, welche eine Abscheidung der Chloride auf rein mechanischem Wege bezwecken, uns dieser Bezeichnung bedienen.

Was besonders die Mangrovepflanzen betrifft, so ist schon angeführt worden, dass Warming wie auch Börgesen das häufige Vorkommen von Drüsenhaaren bei diesen Pflanzen nachgewiesen haben, allein sie haben die Bedeutung dieser Gebilde als salzabscheidende Organe ausser Acht gelassen. In letzterwähnter Beziehung liegen nur vereinzelte Beobachtungen vor. Volkens (S. 21) giebt an, dass

bei einigen Wüstenpflanzen Drüsen, welche Chlornatrium abscheiden, vorhanden sind, erblickt aber darin nicht ein Mittel, durch welches sich die Pflanze des Kochsalzes entledigt, sondern hält die betreffende Einrichtung für eine wasserabsorbirende. Karsten (S. 8) hat einen Salzbelag der Blätter von Aegiceras majus bemerkt und vermutet darin eine Abscheidung seitens des Blattes, für welche die grossen Drüsenzellen in Anspruch genommen werden könnten. „Wenigstens war," sagt der Verfasser, „ein Hinaufspritzen der Wellen in der Regel gänzlich ausgeschlossen". Auch Haberlandt (I, S. 183), erzählt, wie die Blätter an den unteren Teilen der Kronen der Rhizophora mucronata durch den Salz- und Schlammbelag weiss waren, schreibt dies aber der Flut zu. Mir scheint es jedoch viel wahrscheinlicher, dass dieser Salzbelag dieselbe Herkunft wie bei Aegiceras gehabt hat. Nachher hat Minden (S. 61) dargethan, dass die Drüsen von Glaux maritima Chloride abscheiden.

Gegen die Annahme einer bei diesen Pflanzen allgemein stattfindenden Abscheidung von Kochsalz könnte vielleicht der Einwand erhoben werden, dass in solchem Falle ein Salzbelag auf den Blättern eine allgemeinere Erscheinung sein müsste und deshalb häufiger, als anscheinend der Fall gewesen ist, von den Naturforschern, die an Ort und Stelle die Mangrovevegetation beobachten konnten, erkannt sein müsste. Dass das im Allgemeinen nicht der Fall gewesen ist, dürfte sich daraus erklären, dass die Blätter von den sich so häufig einstellenden Regen abgespült werden und dass deshalb eine grössere Anhäufung von Natriumchlorid in gewöhnlichen Fällen nicht stattfindet, wenigstens nicht in solcher Menge, dass sie auffällt, falls die Aufmerksamkeit nicht gerade auf diesen Punkt gerichtet ist. Bei dem in Wüsten herrschenden regenarmen Klima ist es indessen leicht erklärlich, dass ein auffallender Salzbelag auf den Blättern gebildet werden kann.

Die Richtigkeit der von mir in dieser Arbeit vorgetragenen Ansicht, betreffend die Fähigkeit der Mangrovepflanzen, sich grösserer oder geringerer Mengen von Chloriden durch wasserabscheidende Organe zu entledigen, kann natürlich nur durch experimentelle Versuche oder durch Beobachtungen an den betreffenden Pflanzen im Freien exakt bewiesen werden. Weder das eine noch das andere ist mir möglich gewesen, da mir nur Spiritusmaterial zur Verfügung gestanden hat. Denn dass ich an solchem Material habe konstatiren können, dass aus schnell abgetrockneten Blättern bei gelindem Drucke Wasser ausgepresst wird und zwar an gewissen Stellen wenigstens in der Nähe der wasserabscheidenden Organe, ist in der That für die betreffende Frage kein entscheidender Beweis. Da jedoch die Einrichtungen, welche beobachtet worden und jetzt geschildert werden sollen, einerseits in ihrem Baue mit jenen Gebilden übereinstimmen, die von anderen Verfassern als Organe für Wasserabscheidung beschrieben werden, andererseits unter solchen Verhältnissen vorkommen, die eine solche Thätigkeit sehr wahrscheinlich machen, so trage ich kein Bedenken, die Mehrzahl dieser Einrichtungen als Hydathoden zu betrachten, wenigstens so lange das Gegenteil nicht bewiesen ist. In Bezug auf einige andere Gebilde bin ich selbst in dieser Beziehung sehr im Zweifel. Wenn aber bei irgend einer der hier abgehandelten Pflanzen eine bemerkenswerte Struktureigentümlichkeit, deren physiologische Bedeutung unklar gewesen, die aber als ein wasserabscheidendes Organ aufgefasst werden könnte, beobachtet wurde, so habe ich es für zweckmässig gehalten, dieselbe in diesem Zusammenhange anzuführen, um die Aufmerksamkeit auf das Vorkommen einer solchen Einrichtung zu lenken.

Schon von vornherein dürfte man als höchst wahrscheinlich annehmen können, dass wenn eine Wasserabscheidung mit dem Hauptzwecke, die Pflanze von Chloriden zu befreien, stattfindet, dieser Vorgang entweder in den Blattstielen, wo die wasserleitenden Elemente am vollständigsten zentralisirt sind, oder in der nächsten Nähe des Wassergewebes oder der Gefässbündel der Blattspreite sich abspielen muss. Dies ist in der That auch der Fall.

Hydathoden treten bei den Mangrovepflanzen in folgenden verschiedenen Formen auf, wobei indessen schon im Voraus bemerkt werden soll, dass auch einige Einrichtungen, über deren Bedeutung in der betreffenden Hinsicht ich gewisse Zweifel hege, hier mit aufgenommen werden.

A. Drüsen.

Diese sind immer mehrzellig und ihre Zellen kranzförmig in eine oder zwei Etagen angeordnet, welche auf einer oder zwei übereinander gestellten, mit einem opaken Inhalte gefüllten Fusszellen ruhen, die in das hypodermoidale Wassergewebe oder in das Mesophyll hineinragen. An der Aussenseite der Drüse, wie auch in der Epidermishöhle, worin die Drüse eingesenkt ist, findet man meistens eine dunkle, feinkörnige Masse, die vermutlich von der Drüse ausgeschieden wurde. Sämmtliche Zellen, welche den oberen Teil der Drüse bilden, werden von einer ziemlich dicken Wand umgeben, die wenigstens bei Aegiceras majus (IV, 29, 30) schliesslich aufgelöst wird, so dass die inneren Zellen freigelegt werden. In Bezug auf ihren Bau stimmen sie der Hauptsache nach mit jenen salzausscheidenden Drüsen überein, welche Volkens (a. a. O.) bei gewissen Wüstenpflanzen, nämlich Reaumuria hirtella (V, 2), Tamarix mannifera (V, 9) und Cressa cretica (V, 15) beschrieben und abgebildet hat. Ausserdem hat Haberlandt (III) bei Phaseolus multiflorus (I, 13), Machoerium oblongifolium (II, 12—14), Bignonia brasiliensis (II, 15—17) und Spathodea campanulata (II, 18—20), wie auch Minden bei Glaux maritima ähnliche Hydathoden beobachtet. Sie kommen an beiden Blattflächen vor und sind besonders an der oberen eingesenkt. Derartige Hydathoden finden sich unter den Mangrovepflanzen fast ausschliesslich an Blättern, die mit hypodermoidalem Wassergewebe versehen sind, wobei die Zellen dieses Gewebes, welche unmittelbar an die Drüse grenzen, von der Fusszelle der Drüse nach allen Richtungen radiär ausstrahlen und zugleich meistens in denselben Richtungen ausgezogen sind. Diese Anordnung der Zellen scheint eine nähere Beziehung zwischen dem Wassergewebe und der Drüse anzudeuten. Solche Drüsen finden sich bei Acanthus ilicifolius (V, 1), Avicennia nitida (IV, 14, VII, 1) und Aegiceras majus (IV, 29, 30, 18). Bei Laguncularia racemosa fehlt bekanntlich ein hypodermoidales Wassergewebe, die Blätter sind aber an beiden Seiten mit ähnlichen Drüsen versehen. Da bei dieser Pflanze das Schwammparenchym in ein Wassergewebe verwandelt wird, müssen die Drüsen, um mit diesem Gewebe und den darin befindlichen Gefässbündeln in Kommunikation zu gelangen, ihre Lage verändern. Dies geschieht in der Weise, dass in der Oberhaut der jungen Blätter an den Stellen, wo die Drüsen ihren Platz haben, Vertiefungen gebildet werden, welche schliesslich zu tiefen Cavitäten auswachsen, die durch einen langen Kanal mit der Atmosphäre kommuniziren, und in deren Boden, der sich auf gleicher Höhe wie die oberen Schichten des Schwammparenchyms und in der nächsten Nähe eines Gefässbündels befindet, je eine Drüse ihren Platz bekommt (XI, 3). Dicht unter dem Boden der Cavität findet sich ein Epithema, das an ein Gefässbündel und an das Wassergewebe grenzt. Die Cavität selbst mit ihrem Kanal enthält eine feinkörnige Masse, die wahrscheinlich von der Drüse ausgeschieden wurde. Auch bei Herpestis Monnieria fehlt ein hypodermoidales Wassergewebe, allein die Blätter dieser Pflanze sind an beiden Oberflächen reichlich mit Drüsen (VIII, 15) von ungefähr demselben Bau wie bei den vorher erwähnten Pflanzen versehen. Das ganze Mesophyll ist aber bei dieser Pflanze sehr wasserreich und wird schliesslich in ein Wassergewebe verwandelt. An Flächenschnitten (VIII, 14) findet man auch bei dieser Pflanze, dass die Zellen der oberen Mesophyllschicht oder des Palissadenparenchyms kranzförmig um den Fuss der Drüse gruppirt und auch in der Richtung nach dieser gestreckt sind.

Warming (III, S. 233, Fig. 23) hat bei Lippia nodiflora ähnliche Drüsen, welche in der oberen Seite gerade über den Wasserzellen des Palissadenparenchyms der Blätter liegen, beobachtet, und Börgesen (S. 48) erwähnt, dass an der Oberseite der sehr jungen, unausgewachsenen Blätter von Laguncularia racemosa nicht eingesenkte Drüsen von demselben Baue wie die eingesenkten Drüsen der älteren Blätter vorhanden sind. Es ist wohl auch sehr wahrscheinlich, dass, wenn bei einer bestimmten Pflanze mehrere Einrichtungen für Wasserausscheidung vorhanden sind, diese nicht gleichzeitig funktioniren, sondern einander ablösen.

B. Trichome.

Entlang der Oberseite der etwas vertieften Mittelrippe der Blätter von Derris uliginosa, sowie auch in der rinnenförmigen Vertiefung der Oberseite der Blattstiele finden sich zahlreiche sehr eigentümliche Trichome (VIII, 7), die aus drei Zellen bestehen, von denen die unterste ziemlich gross und oval ist, tief zwischen die grossen und wasserreichen Zellen des Mesophylls hineinragt und einen wasserklaren Inhalt führt. Die beiden oberen Zellen sind lang, schmal, cylindrisch, gekrümmt und mit einem trüben Inhalt gefüllt. Der obere Teil der unteren, ovalen Zelle befindet sich auf gleicher Höhe wie die Aussenwand der Oberhaut, und die Zelle selbst ist durch eine sehr dicke Scheidewand von der unteren und kürzeren der beiden Zellen, welche das eigentliche Haar bilden, getrennt. Durch die Scheidewand geht ein Kanal, so dass die beiden Zellen in unmittelbarer Verbindung mit einander stehen. Etwas oberhalb der Mitte erweitert sich der Kanal zu einer halbmondförmigen Cavität, deren concave Seite der basalen Zelle zugekehrt ist. Allerdings zeigt dieser Apparat keine Aehnlichkeit mit irgend einer der von Haberlandt erwähnten Hydathoden, es ist aber schwer einzusehen, welch' andere Bedeutung als die eines wasserausscheidenden Organes diese eigentümlichen Trichome haben sollten. Dazu kommt, dass bei gelindem Drucke das Wasser nur an der oberen Seite der Mittelrippe und an der rinnenförmigen Vertiefung des Blattstiels aussickert, d. h. eben an denjenigen Stellen, wo Trichome vorhanden sind. Allerdings haben keine Austrittstellen in den Aussenwänden der Trichome konstatirt werden können, allein das Fehlen derartiger Öffnungen dürfte nicht die Möglichkeit ausschliessen, dass die betreffenden Organe Wasser ausscheiden können. Denn nach Minden (S. 10) sollen die wasserausscheidenden Gruben unter den Blattspitzen von Scheuchzeria palustris funktioniren, obgleich die Cuticula über ihnen zurückbleibt, und dies ist auch von anderen Verfassern an wasserausscheidenden Organen beobachtet worden. Vielleicht sind auch die der Epidermis anliegenden Haare bei Pemphis acidula als wasserausscheidende Organe aufzufassen. Wenigstens ist es mir nicht gelungen, an diesen Blättern irgend welche andere Einrichtungen, die als Hydathoden gedeutet werden könnten, zu entdecken. Möglicherweise sind die an diesen Haaren zahlreich vorhandenen lichten Erhöhungen Tüpfel, durch welche das Wasser austreten kann. Sowohl bei Derris wie bei Pemphis fehlt ein hypodermoidales Wassergewebe.

Vielleicht dürften auch die von Börgesen (a. a. O. S. 33) an den Blättern von Herpestis Monnieria beobachteten trichomatischen Gebilde als Hydathoden aufzufassen sein. Dieselben bestehen aus einer sehr kleinen, dickwandigen und konischen Zelle (VIII, 16), welche eine äusserst kleine, mit einer trüben Substanz gefüllte Cavität besitzt, und die von einer Epidermiszelle ausgeht. Bei stärkerer Vergrösserung erblickt man an der Spitze der Zelle einen dunkleren Punkt (VIII, 17), der entweder ein Loch oder eine wasserreichere Wandpartie darstellt. Von diesem Punkte strahlen die schon von Börgesen beobachteten Cuticularstreifen aus.

Bei der nämlichen Pflanze habe ich noch eine andere Einrichtung beobachtet, die möglicherweise ein wasserausscheidendes Organ sein könnte, die aber zu keinen der hier angeführten Typen von Hydathoden gerechnet werden kann. Sie stehen in unmittelbarer Verbindung mit den Gefässbündeln (VIII, 19), sind aber ziemlich spärlich, und die ziemlich langgestreckten Zellen, aus denen sie bestehen, waren vertrocknet, wodurch eine nähere Untersuchung über den Bau dieser eigentümlichen Gebilde unmöglich wurde. In ihrer Form erinnern sie an ein Archegonium.

C. Spaltöffnungen.

Seltener scheinen diese Organe als Apparate für die Wasserausscheidung zu funktioniren, da sie mit den Gefässbündeln nicht in Verbindung stehen, kein Epithema besitzen, unter sich aber eine Athemhöhle haben. In solchem Falle finden sich neben ihnen gewöhnliche Luftspalten, die sich in dieser oder

jener Hinsicht von den wasserausscheidenden Spaltöffnungen unterscheiden. Nur bei zwei von den hier abgehandelten Pflanzen und zwar bei Anona palustris und Scyphiphora caryophyllacea sind Spaltöffnungen, die wahrscheinlich Wasser ausscheiden, ohne den Bau der gewöhnlichen Wasserspalten zu besitzen, beobachtet worden. Die Spaltöffnungen sind nämlich bei diesen beiden Arten in zweierlei Formen vorhanden und zwar teils als gewöhnliche Luftspalten, teils als Spalten, die ich für wasserausscheidende Organe halte, die aber bei den beiden Arten einen wesentlich verschiedenen Bau haben. Bei Anona palustris haben sie an Flächenschnitten eine gewisse Ähnlichkeit mit Luftspalten, scheinen aber fast vollständig geschlossen zu sein, so dass die Innenwände der beiden Schliesszellen zusammen anscheinend eine sehr dicke Wand bilden, in deren Mitte meistens ein kurzer, dunkler Rand, wahrscheinlich die fast geschlossene Spalte, bemerkt werden kann (VII, 9). Die Ähnlichkeit mit Luftspalten tritt noch deutlicher an Querschnitten hervor (VII, 10), wobei es sich zeigt, dass unter ihnen anstatt eines Epithema eine Athemhöhle vorhanden ist, und dass sie im Gegensatz zu den eigentlichen Luftspalten (VII, 11) auf gleicher Höhe wie die Epidermis liegen und keine Nebenzellen und Cuticularleisten besitzen. Eine Art Innenleisten sind allerdings vorhanden, diese nehmen aber nicht ihren Ursprung von dem vorderen Teile der unteren Enden der Schliesszellen. Die Schliesszellen selbst zeichnen sich durch eine bei Wasserspalten ungewöhnliche Dicke aus. Diese Apparate erinnern gewissermassen an die von Haberlandt (III, Taf I, 4) abgebildeten Wasserspalten des Conocephalus erectus. Man erhält von diesen Einrichtungen den Eindruck, dass sie Luftspalten sind, die entweder noch nicht ihre volle Entwickelung erreicht haben, oder vielleicht so spät angelegt worden sind, dass sie nicht ganz fertiggestellt waren, wenn das Blatt sein Wachstum einstellte. Nur mit grösstem Bedenken habe ich diese Gebilde hier als Organe für die Wasserausscheidung aufgenommen, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil keine anderen Einrichtungen für den betreffenden Zweck entdeckt werden konnten und eine Wasserausscheidung aus den Blättern allem Anscheine nach stattfand. Untersuchungen im Freien würden diese Frage aufklären können.

An der Unterseite der wasserreichen Blätter von Scyphiphora caryophyllacea finden sich ebenfalls zweierlei Spaltöffnungen. Die Verschiedenheit zwischen ihnen tritt schon an tangentialen Schnitten hervor, indem einige bedeutend grössere Nebenzellen und grössere Spalten (VI, 8) als die anderen haben (VI, 9). Noch deutlicher zeigt sich die betreffende Verschiedenheit an Querschnitten. Jene (VI, 11) haben viel dünnwandigere Schliesszellen mit sehr kleinen Innenleisten, welche nicht von den untersten Enden dieser Zellen, sondern etwas weiter oben ihren Ursprung nehmen. Hingegen geht von der Innenseite der Nebenzellen etwas unterhalb der Schliesszellen selbst je eine schmale, spitze Leiste aus, und diese beiden Leisten konvergiren nach oben gegen die Spalte zu, so dass nur eine kleine Öffnung zwischen den beiden Leisten vorhanden ist. Hiedurch entsteht unter dem Spaltendurchgang ein kleiner, fast halbmondförmiger Raum, der nach aussen durch die kleinen Innenleisten der Schliesszellen, nach innen durch die Leisten der Nebenzellen zum grössten Teile verschlossen wird. Diese Konstruktion erinnert gewissermassen an diejenige in der dicken Zwischenwand zwischen der basalen und der nächst oberen Zelle der vorher beschriebenen Hydathoden der Blätter von Derris uliginosa, und zwar insofern, als in dem Kanale, welcher die erwähnte Zwischenwand durchsetzt, ebenfalls eine halbmondförmige Cavität vorhanden ist. Vermutlich sind es diese Spaltöffnungen, die als Hydathoden funktioniren. Die anderen Spaltöffnungen (VI, 10) haben dickwandigere Schliesszellen, deren Innenleisten bedeutend grösser sind, während bei den Nebenzellen Leisten nicht vorkommen.

D. Epidermiszellen.

Haberlandt (III, S. 9, Taf. I, Fig. 10, 11) hat bei einigen Arten der Gattung Salacia eine ungewöhnliche Art von Hydathoden beschrieben und abgebildet. Die betreffenden Organe kommen an beiden Blattflächen vor und sind Epidermiszellen, die mit grossen Tüpfeln, die fast ausschliesslich an

den Zellwänden auftreten und die ziemlich dicken Wände schräg nach aussen durchsetzen, versehen sind. Mit Sicherheit haben keine so beschaffene Hydathoden bei irgend einer der hier abgehandelten Pflanzen konstatirt werden können. Allerdings sind an der Unterseite der Blätter von Excoecaria Agallocha (VII, 24) einige grosse und dann vereinzelte, oder kleinere und dann gruppenweise angeordnete Epidermiszellen beobachtet worden, die sich durch ihren trüben Inhalt scharf von den anderen unterscheiden und eine gewisse Ähnlichkeit mit den Hydathoden der Salacia zeigten, obschon es keineswegs ausgeschlossen ist, dass sie möglicherweise Milchsaftzellen waren. Die grössten unter ihnen waren grösser als die angrenzenden Zellen und unterschieden sich von diesen durch ihren unregelmässigen Umriss, welcher die Vorstellung erwecken könnte, als ob sie durch eine Fusion mehrerer Zellen entstanden wären. Auch drängen bei dieser Pflanze die Milchsaftgefässe zwischen die Palissadenzellen bis an die Epidermis vor (VII, 13). Ebenso haben in ihrer Aussenwand keine Tüpfeln entdeckt werden können. Vielleicht können auch gewisse Gruppen von Epidermiszellen an der Unterseite der Blätter von Acanthus ilicifolius, (V, 12), Rhizophora mucronata (I, 22) und anderen Arten dieser Gattung (XIII, 23) als Hydathoden funktioniren. Sie unterscheiden sich von den anderen Epidermiszellen durch ihren trüben und schleimigen Inhalt, sowie durch ihre vielfach grössere Höhe. Unmittelbar unter ihnen findet sich je eine Gruppe von niedrigen, weiten und ebenfalls mit Schleim gefüllten Zellen.

Zu diesem Typus dürften auch die an beiden Seiten der Blätter von Sonneratia caseolaris (XIII, 12, 15, 16) auftretenden Organe, die man als Wasserspeicherzellen bezeichnet hat, gerechnet werden können. Sie bestehen aus einer grösseren, tief in das Mesophyll eingesenkten, fast sphärischen Zelle, welche wahrscheinlich eine Epidermiszelle mit aussergewöhnlich stark verdickter Aussenwand (?) darstellt. Durch die verdickte Wand erstreckt sich eine dunklere Partie, die am deutlichsten an der äusseren Seite der Wand (XIII, 12) hervortritt. Im oberen Teile der Zelle (Fig. 16) findet sich eine grössere Schleimanhäufung, während die Zelle sonst mit Wasser gefüllt ist.

E. Epithematische Hydathoden.

Wasserausscheidende Organe dieser Art sind bei einigen Combretacéen und zwar bei Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta und Lumnitzeria racemosa, ferner bei Carapa obovata und Scolopia sp. gefunden und bei den ersten beiden Arten schon von mehreren früheren Verfassern beobachtet worden. Sie stehen mit den Gefässbündeln in enger Verbindung, sind also in das Innere des Blattes verlegt, und die Ausscheidung des Wassers wird durch ein aussergewöhnlich grosses Epithema, oft mit Wasserspalten, vermittelt. Meistens stirbt früher oder später das Epithema ab, und an dessen Stelle entsteht eine grössere Cavität, aus welcher Wasser ebenfalls von den inneren Geweben entfernt werden dürfte und zwar auf dieselbe Weise, wie aus den analogen, jedoch ohne vorhergehende Bildung eines Epithemas in den Blattspitzen verschiedener monocotyler Wassergewächse entstehenden Cavitäten (die von mehreren Verfassern wie Volkens, Sauvageau, Minden u. A. beschrieben worden). Wesentlich anders verhalten sich aber diese Einrichtungen bei Conocarpus erecta (X, 4). Sie kommen hier an der unteren Blattseite vor, und zwar nicht nur, wie Holtermann (S. 15) angiebt, zwischen dem Hauptnerv und dem grösseren Seitennerven, sondern auch weiter nach den Blatträndern zu in der Nähe der kleineren Nervenzweige. Nach den Angaben des genannten Verfassers (ich selbst habe für meine Untersuchung nur ein älteres Blatt gehabt) entsteht das betreffende Organ als eine Einsenkung der Epidermis in das Blattgewebe. Diese Einsenkung schreitet stetig fort im Verhältniss zum Wachstum des Blattes und infolgedessen entsteht schliesslich eine grössere Cavität. Diese wird von einer dünnen Oberhaut, in welcher ich Wasserspalten (IX, 18) und vertrocknete keulenförmige Trichome beobachtet habe, ausgebildet. Innerhalb der Epidermis findet sich ein ziemlich mächtiges Epithema (XI, 8), das aus kleinen, dünnwandigen und dicht zusammenstehenden Zellen gebildet wird, und an das Epithema schliesst sich ein Gefässbündel. Weil auch bei dieser Pflanze das

Wassergewebe in das Blattinnere verlegt ist, findet hier in Bezug auf die vorher beschriebenen, eingesenkten, wasserausscheidenden Drüsen ein ähnliches Verhältniss statt wie bei Laguncularia racemosa, und zwar so, dass das Epithema nebst seinen Wasserspalten durch eine Einsenkung der Epidermis sowohl mit dem Wassergewebe wie mit den Gefässbündeln in Verbindung gesetzt wird. In den Blättern von Laguncularia racemosa finden sich Hydathoden sowohl an der Blattspreite wie an den Blattstielen. Jene erscheinen als dunkle Punkte, welche die Öffnungen der tief in das Mesophyll eindringenden, durch Resorption des Epithemas entstandenen Cavitäten darstellen. Diese Organe finden sich an der Unterseite der Blätter über den kleineren Gefässbündeln, welche die grösseren, von der Mittelrippe ausgehenden Gefässbündel mit einander verbinden. Sie stehen zugleich mit dem Wassergewebe in enger Verbindung. Holtermann (S. 26) hat, so viel ich habe finden können, diese Gebilde zuerst beschrieben und Börgesen (S. 47) hat ihre Entstehung näher verfolgt. Nach Holtermann wird das Epithema durch eine Korklage allmählich von dem übrigen Gewebe abgetrennt. Derselbe Verfasser konstatirt auch das Vorkommen von Wasserspalten in der die Hydathoden bedeckenden Epidermis. Im Längsschnitt hat das betreffende Organ eine rundlichlängliche Form, besteht aus einer sehr grossen Anzahl dünnwandiger, dicht zusammengedrängter Zellen und wird von einer Schicht, deren Wände gegen das umliegende Mesophyll scharf markirt sind, umgeben. Die das Epithema bedeckende Oberhaut hat schon in diesem Stadium angefangen sich zu desorganisiren, und ist in eine braune Masse, in welcher keine Zellwände sichtbar sind, verwandelt worden. Der ganze Epithemakörper scheint indessen nicht vollständig von einer Korkschicht umschlossen zu werden. Auch an der von Holtermann (I. 20) gegebenen Abbildung scheint dies Gewebe unter dem Gefässbündel zu fehlen, so dass eine Verbindung noch immer da ist. Die an den Blattstielen befindlichen Hydathoden sind zuerst und am vollständigsten von v. Höhnel beschrieben worden (a. a. O. S. 177), nach dessen Ansicht sie Organe für Ausscheidung zuckerhaltiger Substanzen sind. Auch von Holtermann und Börgesen werden diese Gebilde als extraflorale Nectarien bezeichnet. Sowohl ihre Kommunikation mit den trachealen Elementen wie auch ihre Uebereinstimmung in den übrigen Punkten mit den soeben beschriebenen Einrichtungen in der unteren Seite der Blätter stempeln sie indessen zu wasserausscheidenden Organen. Zu dem, was v. Höhnel über diese Einrichtungen äussert, soll hier nur hinzugefügt werden, dass sie an Querschnitten durch den Blattstiel etwas unterhalb der Stelle, wo sie ausmünden, als eine angeschwollene Partie eines der beiden lateralen Gefässbündel hervortreten (X, 11, 12; XI, 9, 10). Das Organ im Ganzen sieht aus wie ein kleiner, an der Spitze angeschwollener Zweig des lateralen Gefässbündels, welcher Zweig von seinem Stamme in schräger Richtung divergirt und sich gegen die Epidermis an der einen Kante des Blattstiels erstreckt. Diese Partie ist nicht homogen, sondern besteht aus einem inneren Kern, dem eigentlichen Epithema (XI. 10), das schliesslich resorbirt wird und durch eine dünne Korkschicht von der äusseren, persistirenden Gewebepartie, in welcher die trachealen Elemente sich ausbreiten, getrennt ist. Die Zellen in dieser äusseren Partie sind ebenfalls sehr dünnwandig, schliessen sich unmittelbar an den Zweig des lateralen Gefässbündels, der sich in vertikaler Richtung in die Blattspreite hinauf fortsetzt, an, und sind im Allgemeinen in der Richtung gegen den Kern zu gestreckt. Auch im Kern sind die Zellen klein und dicht vereinigt. Die in der Fig. 10 abgebildete Partie repräsentirt nur den untersten, noch persistirenden Teil des im Uebrigen resorbirten Kernes. v. Höhnel giebt an, dass er in der nach seiner Angabe dünnwandigen und kleinzelligen Epidermis, welche anfangs das eigentliche Epithema bedeckt, keine Wasserspalten vorfand, und an den Blättern, die ich selbst untersuchen konnte, waren diese Hydathoden in ihrer Entwickelung schon so weit vorgeschritten, dass ihre Verbindung nach aussen schon fertiggestellt war. Es ist aber sehr wahrscheinlich, dass bei diesen ebenso wohl wie bei den vorher beschriebenen an der unteren Seite der Blätter befindlichen Hydathoden Wasserspalten vorhanden sind.

An der unteren Seite der Blätter von Carapa obovata finden sich Hydathoden, die denen an der Unterseite der Blätter von Laguncularia sehr ähnlich sind. Sie sind sehr zahlreich, liegen

über den kleineren Gefässbündelzweigen (III, 20) und bestehen aus einem an Flächenschnitten ovalen Epithema (III, 19). Allmählich wird zuerst die das Epithema bekleidende Oberhaut (III, 18) und dann das Epithema selbst aufgelöst, so dass eine Cavität (IV, 1) entsteht. Es verdient hervorgehoben zu werden, dass bei dieser Pflanze jüngere und ältere Hydathoden neben einander vorkommen.

An der unteren Blattseite von Lumnitzeria coccinea treten entlang der Mittelrippe kleine Cavitäten (XIII, 2) auf, deren Wände von vertrockneten Resten eines zerstörten Gewebes ausgekleidet sind und an deren Basis sich zwei Gefässbündel anschliessen. Diese Cavitäten erinnern lebhaft an die schon erwähnten durch Resorption des epithematischen Gewebes entstehenden Cavitäten in der unteren Blattfläche von Laguncularia racemosa, obwohl sie nur an der Mittelrippe vorkommen und demgemäss in viel geringerer Anzahl als bei der letzt erwähnten Pflanze vorhanden sind. Sie scheinen ebenfalls in der nämlichen Weise entstanden zu sein. Wenigstens findet man an Querschnitten durch die untere Seite einer solchen Cavität (XIII, 1) ein epithematisches Gewebe, an welches sich die beiden Gefässbündel anschliessen, und das sich durch die Dünnwandigkeit und geringe Grösse der Zellen scharf von dem umgebenden Gewebe abhebt. In der Mitte dieses Gewebes bemerkt man eine beginnende Resorption der Zellen.

An den Blattstielen der Scolopia sp. haben diese Organe die Form warzenförmiger Emergenzen, von denen je eine auf den Kanten der Blattstiele vorhanden ist. An Längsschnitten durch eine schmälere Partie eines solchen Gebildes (VI, 25) ersieht man, dass sie mit einem Gefässbündel, das von einem der lateralen Stränge des Blattstiels ausgeht, in engster Verbindung stehen. Der äusserste Teil des drüsenähnlichen Organes besteht aus einer braunen homogenen Masse, in welcher alle Spuren von Zellen verschwunden sind. Diese desorganisirte Partie steht durch ein kleinzelliges und dünnwandiges, epithematisches Gewebe, das sich gegen das grosszellige und dickwandige Grundgewebe des Blattstiels scharf abhebt, in direkter Verbindung mit dem Gefässbündel. Wahrscheinlich wird das Wasser aus den Gefässen durch das epithematische Gewebe, dessen Zellen vorwiegend in derselben Richtung gestreckt sind, gegen die Oberfläche hinaus geleitet, wie es auch wahrscheinlich ist, dass die äusseren Schichten des nämliches Gewebes allmählich desorganisirt werden. In den Blattstielen von Conocarpus erecta finden sich derartige Einrichtungen nicht nur an den lateralen Gefässbündeln (X, 7), sondern auch mitten unter dem zentralen, und zwar kommuniziren sie mit den Gefässbündeln in ähnlicher Weise. Zu den an den Kanten der Blattstiele befindlichen Hydathoden (X, 6), welche äusserlich warzenförmig mit einer schwachen Depression am oberen Rande sind, gehen die Gefässbündel ebenso wie bei der vorigen Art hinaus; das epithematische Gewebe ist aber dickwandiger. Uebrigens tritt auch bei dieser Art die Desorganisation zuerst in der Epidermis und im äusseren Teile des Epithemas auf. Wesentlich anders verhält sich die unter dem zentralen Gefässbündel befindliche Hydathode, (X, 7, 8), indem das epithematische, wasserleitende Gewebe sich nicht in der Spitze des Gefässbündels befindet, sondern entlang der äusseren Seite desselben liegt und sich nicht bis an die Epidermis erstreckt, von der es durch eine dünne Partie des collenchymatischen Grundgewebes des Blattstiels getrennt wird. Die Desorganisation der Zellen beginnt in der äusseren Partie des Epithemas, und die durch die vorschreitende Desorganisation entstehende braune Masse erstreckt sich desshalb nicht bis an die Oberfläche des Blattstiels, sondern bleibt, zum wenigsten Anfangs, im Grundgewebe desselben eingeschlossen. An der unteren Seite des Blattstiels in der Nähe der Blattspreite tritt dies Gebilde als ein buckelförmiger Höcker auf.

F. Mechanisch wirkende oder Lenticellhydathoden.

Diese sind unter den auf die Entfernung der Chloride aus der Pflanze abzielenden Einrichtungen die bei den Mangrovepflanzen am häufigsten vorkommenden. Sie sind nämlich bei folgenden hiehergehörigen Pflanzen angetroffen worden: Carapa obovata, Conocarpus erecta, Rhizophora

conjugata, R. Mangle und R. mucronata, Bruguiera caryophylloides, B. eriopetala und B. gymnorhiza, Kandelia Rheedii, Sonneratia caseolaris und S. lanceolata, Lumnitzeria racemosa, Avicennia nitida, Scyphiphora caryophyllacea, Acanthus ilicifolius, Excoecaria Agallocha (?) und Aegiceras majus (?). Die Abtrennung der wasseraufsammelnden Gewebe oder Gewebeelemente findet in der Weise statt, dass solche Gewebe durch eine Korkschicht von den umgebenden abgeschlossen werden, wonach sie schliesslich gänzlich zerstört werden, so dass eine Spalte oder ein Loch in der Oberfläche des Organes entsteht. Seltener entstehen derartige Löcher im Inneren des Blattes, sondern ihre Anlage beginnt in der Epidermis und zwar in der Weise, dass eine Gruppe von Epidermiszellen, die öfters um eine Spaltöffnung gelegen sind, mit einer braunen Substanz gefüllt werden und sich zu desorganisiren beginnen (I, 25, III, 18, IX, 21, XIII, 18). Meistens vergrössert sich diese Gruppe nach und nach und wird durch eine Korkschicht abgetrennt, wozu kommt, dass die Zellen des unterliegenden Wassergewebes in ähnlicher Weise verändert werden und die Korkschicht in das Innere des Blattes hinein fortgesetzt wird. Schliesslich können, z. B. bei den Rhizophora-Arten und Kandelia Rheedii (IX, 11), die Blätter in dieser Weise vollständig perforirt und zuletzt fast gänzlich zerstört werden. Man könnte leicht auf den Gedanken kommen, dass diese Gebilde durch äussere Beschädigung, etwa durch kleine Tierchen, veranlasst seien, und dies ist wahrscheinlich der Grund, warum sie keine weitere Beachtung gefunden haben, obwohl sie der Aufmerksamkeit schwerlich haben entgehen können. Nur Warming (I, S. 239) hat meines Wissens den betreffenden Gebilden einige Aufmerksamkeit gewidmet und zwar bei Rhizophora Mangle. Bei dieser wie übrigens auch bei den beiden anderen Rhizophora-Arten und ebenso bei den drei von mir untersuchten Bruguiera-Arten finden sich nämlich an der Unterseite der Blätter schwarze Flecke, die nach den Angaben Warming's von Drüsen herrühren, die im pneumatischen Gewebe ihren Sitz haben und aus vielen dicht vereinigten Zellen gebildet sind. Eine grössere Höhle hat er nicht beobachtet. Auch bei allen übrigen, von mir untersuchten und mit derartigen Hydathoden ausgerüsteten Mangrovepflanzen, wenigstens bei denjenigen, von denen ich ein ausreichendes Untersuchungsmaterial gehabt habe, konnte ich konstatiren, dass die fraglichen Einrichtungen im inneren Gewebe in irgend einer Weise so zu sagen präformirt, und dass sie also nicht in Folge irgend einer Beschädigung von aussen entstanden waren.

Dagegen ist es nicht unwahrscheinlich, dass die Desorganisation des Gewebes eine pathologische Erscheinung ist, die durch eine Anhäufung von Chloriden bewirkt wird, gegen welche sich die Pflanze durch Abtrennung der beschädigten Gewebepartieen zu schützen sucht, während die übrigen Teile des Blattes, wenigstens vorläufig, unbeschädigt bleiben und mit ihrer assimilatorischen Wirksamkeit fortfahren.

Die lenticellenförmigen Hydathoden oder kürzer ausgedrückt Lenticellhydathoden treten entweder an den Blattstielen oder an der Blattspreite auf. Bei Scyphiphora caryophyllacea und Carapa obovata kommen sie an den Blattstielen vor. Bei Scyphiphora caryophyllacea (VI, 12) finden sich an den oberen Kanten der sehr wasserreichen Blattstiele gegen die Blattspreite hinauf die Hydathoden als warzenförmige Drüsen; allein diese stehen mit den Gefässbündeln nicht in Verbindung. Die Desorganisation des Gewebes beginnt auch hier von aussen. Die Lenticellhydathoden der Carapa obovata (III, 21) stimmen mit denen der Scyphiphora vollständig überein. In beiden fehlt das epithematische Gewebe und die Desorganisation trifft also das entwickelte Grundgewebe.

Ähnliche Gebilde in der Blattspreite verhalten sich ungefähr auf dieselbe Weise wie die in den Blattstielen befindlichen. Sie stehen mit den Gefässbündeln in Verbindung oder sind von ihnen getrennt und die auch in ihnen stattfindende Desorganisation kann auch die äussersten Gewebe umfassen oder aber sich nur auf die inneren beschränken. Im ersten Falle entstehen Cavitäten, welche in die Epidermis ausmünden, im letzteren bleiben diese im Blattinneren eingeschlossen. Jene kommen bei Conocarpus erecta, bei den Bruguiera- und Rhizophora-Arten, Kandelia Rheedii, Acanthus ilicifolius und Avicennia nitida vor. Bei der ersterwähnten Art sind die Öffnungen spaltenförmig

und finden sich an der unteren Blattfläche (IX, 13). Wahrscheinlich entstehen sie durch Resorption einer Gruppe wasserreicher Zellen (IX, 12), welche auch Krystalldrusen und eigentümliche an Sphärokrystalle erinnernde Gebilde enthalten, die den von Warming (III, S. 218) bei Haloxylon Hammodendron abgebildeten ähnlich sind. Diese Gruppen grenzen unmittelbar an ein Gefässbündel und sind von der unteren Epidermis nur durch eine einfache Hypodermaschicht, die sonst bei den Blättern dieser Pflanze fehlt, getrennt. Mangel an jüngeren Blättern hat es indessen unmöglich gemacht, den genetischen Zusammenhang zwischen den betreffenden Zellengruppen und den soeben erwähnten spaltenförmigen Gebilden mit Sicherheit zu konstatiren. Die übrigen oben angeführten Pflanzen besitzen solche Hydathoden entweder nur an der unteren Blattfläche oder wie Kandelia ausserdem an der oberen. Bei allen diesen Arten stehen die Hydathoden nicht mit den Gefässbündeln in direkter Verbindung. Die Hydathoden der Rhizophora-Arten haben einen ziemlich komplizirten Bau. Durch Resorption der sie bedeckenden Oberhaut stehen sie in offener Kommunikation mit der Atmosphäre (I, 19) und bestehen bei Rhizophora mucronata aus zwei Schichten dünnwandiger, mit einem trüben Inhalte gefüllten Zellen, von denen die unteren bedeutend grösser sind, während die oberen je eine Krystalldruse enthalten (I, 21, 20, 18). Die Hydathoden in den Blättern von R. Mangle (II, 4) bestehen aus einer erheblich grösseren Anzahl Zellen. Bei beiden Arten wird der ganze Zellkomplex von 1—2 Schichten kleinerer, abgeplatteter Zellen umgeben. Ob der Zellkomplex selbst schliesslich resorbirt wird, habe ich nicht konstatiren können, vermute aber, dass die Löcher, welche an älteren Blättern vorhanden sind, durch die Resorption dieser Zellkomplexe entstanden sind. Sowohl bei den Bruguiera-Arten (II, 17), wie bei Kandelia Rheedii (IX, 11), Carapa obovata (III, 18), Avicennia nitida (VIII, 20) und Acanthus ilicifolius (V, 14) sind die Hydathoden noch mehr lenticellenähnlich. Da indessen auch bei diesen Arten ähnliche Gruppen grösserer und von dem umgebenden Gewebe scharf getrennter Zellen vorhanden sind, so liegt es nahe anzunehmen, dass auch diese Cavitäten durch Resorption derartiger Zellengruppen entstanden sind. In den Blättern von Excoecaria Agallocha (VII, 23) finden sich ebenfalls der Epidermis unmittelbar angrenzende Zellengruppen, welche einen wasserhellen Inhalt führen; doch sind irgend welche Cavitäten dort nicht zu entdecken gewesen, vielleicht aus dem Grunde, weil die Blätter zu jung waren. Eingeschlossene, durch Resorption von Zellkomplexen, deren Zellen mit einer braunen Masse gefüllt sind, entstandene Cavitäten sind in der unteren Blattseite von Conocarpus erecta (X, 5) beobachtet worden. Ähnliche Gruppen von kleineren, mit einer braunen Masse gefüllten Zellen sind auch bei Lumnitzeria racemosa, und zwar im Innern des Wassergewebes, beobachtet worden. Sie befinden sich in nächster Nähe der Gefässbündel (XII, 6) und werden teilweise von einer in Anlegung befindlichen Korkschicht umgeben. Es ist wahrscheinlich, dass auch diese Zellgruppen schliesslich resorbirt werden und dass auf diese Weise innere Cavitäten entstehen. Welche Bedeutung diese Gebilde in der Ökonomie der Pflanze haben, ist wenigstens zur Zeit schwer zu entscheiden.

Mehrere der angeführten Pflanzen zeichnen sich durch eine Mannigfaltigkeit von derartigen Einrichtungen aus, die möglicherweise wasserausscheidende Organe sind. Nur durch Untersuchung der lebenden Pflanze in verschiedenen Entwickelungsstadien kann mit Bestimmtheit entschieden werden, ob sie alle zu gleicher Zeit funktioniren, oder ob sie einander ablösen, wie Haberlandt (III, S. 10, 11) es für Conocephalus erectus und Börgesen, wie schon hervorgehoben, für Laguncularia racemosa konstatirt hat.

Die Halophyten und ganz besonders die Mangrovepflanzen können sich also auf drei verschiedene Wegen gegen die Nachteile, welche mit ihrem an Wasser und Chloriden überreichen Standorte verknüpft sind, schützen und zwar entweder so, dass sie ihre Transpiration einschränken, oder so, dass sie durch Speicherung in ein besonderes Wassergewebe einen grösseren Teil des aufgenommenen Wassers unschädlich machen und von dem assimilatorischen Gewebe absperren, oder so schliesslich, dass sie das überflüssige Wasser aus der Pflanze entfernen. Wir haben ferner gefunden, dass alle diese drei Auswege bei

derselben Pflanze zur Verwendung gelangen, obwohl bald dieser, bald jener der bevorzugte werden kann. Demgemäss schützen sich Avicennia nitida, Aegiceras majus und Scolopia sp. in erster Linie durch Einschränkung der Transpiration, wovon die ganze Organisation der Blätter und der verhältnissmässig geringe Wassergehalt der assimilatorischen Zellen ein Zeugniss ablegen. Das Wassergewebe ist auch bei diesen Pflanzen wenig mächtig, und die Wasserausscheidung findet bei den erstgenannten beiden Pflanzen hauptsächlich durch die nicht besonders zahlreichen äusseren Drüsen statt, und bei der letzteren Art fehlen sogar diese Organe und werden von den schliesslich an den Blattstielen entstehenden lenticellenförmigen Hydathoden ersetzt. Kandelia Rheedii, Sonneratia acida, S. caseolaris, S. lanceolata, Lumnitzeria racemosa und L. coccinea zeichnen sich zu gleicher Zeit durch eingeschränkte Transpiration und eine ansehnliche Wasserspeicherung aus. Sie haben ein sehr mächtiges Wassergewebe, und wahrscheinlich sind bei Allen Speicherblätter vorhanden. Die wasserausscheidenden Organe, wenn solche vorhanden sind, bestehen grösstenteils aus Lenticellhydathoden. Die Isolateralität der Blätter, das in den beiden Blattflächen sehr dichte Palissadenparenchym, die dickwandige Oberhaut und die etwas eingesenkten Spaltöffnungen bewirken auch zu gleicher Zeit eine Herabsetzung der Transpiration. Sämtliche Rhizophora- und Bruguiera-Arten, Ceriops Candolleana, Carapa obovata, Scyphiphora caryophyllacea, Derris uliginosa, Pemphis acidula und Herpestis Monnieria schützen sich dagegen hauptsächlich durch ein stark entwickeltes Wassergewebe. Dies Gewebe ist bei den Bruguiera-Arten, Derris uliginosa, Pemphis acidula und Herpestis Monnieria in den jüngeren Blättern noch nicht entwickelt, sondern entsteht erst in einem späteren Stadium. Auch werden bei diesen Arten die unteren Blätter an jeder Sprossachse in Speicherblätter verwandelt. Da ich von Ceriops Candolleana nur ein Blatt, das nicht den Charakter eines Speicherblattes hatte, untersucht habe, so ist es mir natürlich nicht möglich gewesen, das Vorhandensein solcher Blätter bei dieser Pflanze zu konstatiren. Wasserausscheidende Organe sind bei diesen Pflanzen nicht gerade zahlreich und bestehen hauptsächlich aus lenticellenförmigen Einrichtungen. Diese fehlen bei Derris uliginosa, allein sie werden hier von trichomatischen Hydathoden ersetzt. Scyphiphora besitzt ausser den lenticellenförmigen Gebilden an den Blattstielen auch wasserausscheidende Spaltöffnungen. Bei Pemphis scheinen wasserausscheidende Organe gar nicht vorhanden zu sein, falls nicht die eigentümlichen Trichome als solche funktioniren sollten, und bei Ceriops Candolleana ist es mir nicht gelungen, Einrichtungen, die möglicherweise als wasserausscheidende Organe aufgefasst werden könnten, zu entdecken. Bei den Rhizophora- und Bruguiera-Arten, Ceriops Candolleana und Carapa obovata sind es anscheinend die Schutzmittel gegen Transpiration, unterstützt von dem mächtigen Wassergewebe, die es der Pflanze möglich machen, der Verderben bringenden Wirkung der Chloride zu widerstehen, während bei den übrigen (Scyphiphora, Pemphis und Derris) dieses Schutzmittel keine hervorragende Rolle spielt. Acanthus ilicifolius, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta und Herpestis Monnieria besitzen in den wasserausscheidenden Organen, die bei ihnen in so grosser Menge vorhanden sind, ihren hauptsächlichen Schutz. Ausserdem besitzt die ersterwähnte Pflanze ziemlich kräftige Mittel gegen Transpiration, und die übrigen ein sehr mächtiges Wassergewebe, wesshalb bei ihnen auch Speicherblätter vorhanden sind. Was Anona palustris und Excoecaria Agallocha betrifft, so scheint keines von den hier erwähnten Schutzmitteln im Vergleich mit den übrigen vorwiegend zu sein. Diese Pflanzen sind auch von den hier abgehandelten diejenigen, die bezüglich der Organisation der Blätter von den als typische angesehenen Mangrovepflanzen am meisten abweichen.

Ein bemerkenswertes Verhältniss ist unstreitig der grosse, schon von Warming (I, S. 539) hervorgehobene Reichtum an Gerbstoffen, die bei diesen Pflanzen teils im Zellsaft gelöst, teils als grössere oder kleinere schwach gelbgefärbte Tropfen vorhanden sind. Das massenhafte Auftreten von solchen Stoffen scheint zu dem grösseren oder geringeren Wassergehalt der Zellen in enger Beziehung zu stehen,

so dass die Zellen um so grössere Mengen der betreffenden Stoffe führen, je mehr Wasser sie enthalten. Auch vermutet Warming, dass die Gerbstoffe bei der Wasserzufuhr der Pflanze eine Rolle spielen. Die im Zellsaft gelösten Gerbstoffe kommen hauptsächlich im hypodermoidalen Wassergewebe vor. Nur bei Bruguiera caryophylloides, Avicennia nitida, Aegiceras majus, Carapa obovata, Anona palustris und Excoecaria Agallocha fehlen diese Stoffe sowohl im Hypoderma wie in der Epidermis. Eigentümlicherweise treten bei Bruguiera eriopetala und B. gymnorhiza derartige gelöste Gerbstoffe in der Epidermis, aber nicht im Hypoderma auf. Lumnitzeria racemosa und L. coccinea, bei denen ein Hypoderma fehlt, führen in der Epidermis und in der äusseren Reihe der Palissadenzellen gelöste Gerbstoffe. Die Rhizophora-Arten, Kandelia Rheedii, Ceriops Candolleana und Scyphiphora caryophyllacea führen braunen Zellsaft nur im Hypoderma, oder wenn dies aus mehreren Schichten besteht, wenigstens in den äusseren Schichten. In denjenigen Fällen, wo der Zellsaft in den peripheren Geweben braun gefärbt ist, dürfte, wie schon hervorgehoben, das Licht dadurch einigermassen gedämpft werden.

Bei Pemphis acidula finden sich zwischen den Palissadenzellen und unmittelbar unter der Epidermis lange, nach verschiedenen Richtungen hin gekrümmte, einfache oder verzweigte Reihen (XII, 3, b) von kleinen, etwas zusammengedrückten und mit einer gelbbraunen Flüssigkeit gefüllten Zellen.

Seltener kommen Zellschichten mit braunem Zellsaft in den inneren Geweben vor, und zwar im Schwammparenchym, wie z. B. bei Scolopia sp., Scyphiphora caryophyllacea und den Pemphis-Arten. Der als Tropfen im Zellsaft auftretende Gerbstoff kann auch unter Umständen im hypodermoidalen Wassergewebe auftreten, und zwar auch wenn, wie bei Kandelia Rheedii, dies braunen Zellsaft führt, findet sich aber am häufigsten sowohl in den assimilatorischen Geweben, wie vor Allem im inneren Wassergewebe, wenn die Blätter sehr wasserreich sind, wie bei Scyphiphora caryophyllacea, Derris uliginosa, Pemphis, Laguncularia racemosa, Conocarpus erecta u. A. Mein Freund, Professor Jönsson, hat mir die Vermutung ausgesprochen, der Gerbstoff könne den oft zarten, dünnwandigen Geweben als ein Schutzmittel gegen die Einwirkung des Wassers dienen, und mir kommt diese Vorstellung gar nicht unwahrscheinlich vor.

Bekanntlich findet sich bei den Pflanzen ein Bestreben, das Verbreitungsareal immerfort zu erweitern, wobei sie auch in Gebiete eindringen, wo die Naturverhältnisse der Pflanze fremd und oft auch mehr oder wenig ungünstig sind. Allein es liegt auch in der Natur der Pflanze eine bewunderungswürdige Fähigkeit, auf Veränderungen in den äusseren Lebensbedingungen durch grössere oder geringere Veränderungen, sei es der äusseren oder der inneren Organisation, zu reagiren. Besonders deutlich tritt dies Bestreben bei den Mangrovepflanzen hervor, deren ganzes Leben ein unausgesetzter Kampf gegen das Salzwasser ist, auf das sie angewiesen sind, gegen dessen schädliche Einwirkung sie sich aber durch allerlei Einrichtungen, von denen besonders die Organisation der Blätter ein Zeugniss ablegen, zu schützen suchen.

II. Einzel-Darstellung der Kombinationen von den verschiedenen Formveränderungen der Gewebe im Blatte.

1. Blätter dorsiventral mit hypodermoidalem Wassergewebe, wenigstens an der Oberseite.

Rhizophora.

Die drei dieser Gattung angehörigen Arten stimmen in Bezug auf den anatomischen Bau fast völlig miteinander überein. Für Alle gemeinsam ist eine aussergewöhnlich kleinzellige und besonders, was die Aussenwand betrifft, dickwandige Epidermis, deren Zellen an Flächenschnitten (I, 1 und 16) mehr oder weniger regelmässig polygonal und deren sämtliche Wände völlig cuticularisirt sind, ein

besonders in der oberen Blattseite mächtiges Hypoderma, dessen Zellen in den äusseren Schichten der beiden Seiten des Blattes mit einem braunen Zellsaft gefüllt sind und ein überaus charakteristisches Palissadenparenchym, zu dem ein Gegenstück bei keiner von den anderen Mangrovepflanzen vorhanden ist. Es ist nämlich im höchsten Grade zerklüftet und mit dem oben und unten angrenzenden Gewebe verzahnt (I, 24 und II, 2), was dadurch bewirkt wird, dass das Palissadenparenchym nicht homogen ist, sondern in demselben ausser den eigentlichen Palissadenzellen andere, mehr oder weniger palissadenförmige Zellen und zwar teils Sclereiden, teils Schleimzellen, vorhanden sind. Insbesondere die lezteren ragen über die Palissadenzellen hervor, und bilden über ihnen eine zusammenhängende Schicht (I, 6), durchsetzen aber selten das ganze Palissadenparenchym, sondern endigen meistens in diesem Gewebe, wie Schnitte aus verschiedener Tiefe zeigen (I, 7, 8, 9). Dagegen erstrecken sich die in dem nämlichen Gewebe vorhandenen Sclereiden oft tief in das Schwammparenchym hinab, was wiederum selten mit den Schleimzellen der Fall ist (I, 25). Die Palissadenzellen weichen von den entsprechenden Zellen bei anderen Mangrovepflanzen durch ihre im Vergleich zur Weite ansehnliche Höhe ab. Bei sämtlichen Arten besteht dessen ungeachtet das betreffende Gewebe nur aus einer Schicht, deren Zellen durch eine oder mehrere Querwände septirt sind. Auch das Schwammparenchym, dessen Zellen im Querschnitt ebenso wie die Palissadenzellen verhältnissmässig klein sind, besitzt bei sämtlichen Arten ungefähr denselben Bau. Seine Zellen haben die bei den Mangrovepflanzen im Allgemeinen typische Form und sind netzförmig angeordnet (I, 10, 11, 12, 13; XIII, 20, 22); grössere Luftkammern kommen aber selten zu stande, weil die netzförmigen Geflechte sich öfters kreuzen. Da das Hypoderma oft ziemlich mächtig ist, und zwar auch in der Unterseite des Blattes, so findet hier eine recht eigentümliche Differenzirung des Schwammparenchyms statt, indem die grosse Athemhöhle von einfachen einander durchkreuzenden Reihen aus langen, schmalen und chlorophyllreichen Zellen, die von der Innenwand der Athemhöhle ausgehen, durchsetzt wird (II, 2; XIII, 21).

Die Spaltöffnungen sind bei sämtlichen Arten etwas unter das Niveau des Blattes eingesenkt, verhältnissmässig gross und recht zahlreich, obschon, wie es bei allen anderen Mangrovepflanzen mit dorsiventralem Blattbau mit Ausnahme von Herpestis Monnieria der Fall ist, auf die untere Blattseite beschränkt. Sie stimmen bei Allen darin überein, dass sie von einem Kranze aus Nebenzellen umgeben werden, dass ihre Schliesszellen an Querschnitten (I, 17; II, 3 und 5) von der Innenseite der Nebenzellen ungefähr an ihrer Mitte ausgehen, dass die Eingangsleisten sehr gross, dick und an der Spitze eingebogen sind und dass die grossen, nach oben gekrümmten Ausgangsleisten von den Nebenzellen ausgehen. Dies tritt am allerdeutlichsten bei Rhizophora Mangle hervor.

Die bei den Mangrovepflanzen so häufig auftretende Verwandlung der Blätter in Speicherblätter durch die oft höchst bedeutende Vergrösserung des Wassergewebes kommt bei allen Arten dieser Gattung auf dieselbe Weise zu stande, und zwar ausschliesslich durch einen ansehnlichen Längenzuwachs der Zellen der inneren Schichten des Hypoderma in der Oberseite der Blätter. Zwar habe ich wegen Mangels an günstigem Material dies Verhältniss nur bei R. mucronata konstatiren können, allein Schimper (III, S. 45, Fig. 21, B.) hat bei R. conjugata einen ähnlichen Zuwachs gefunden, und man dürfte wohl annehmen können, dass auch bei R. Mangle ein ähnliches Verhältniss obwaltet. In den von mir untersuchten Speicherblättern der R. mucronata (I, 26) von der Insel Edam in der Nähe von Java bleiben die mit braunem Zellsaft gefüllten Zellen der beiden äusseren Hypodermaschichten unverändert, und nur die Zellen der beiden inneren Schichten werden vergrössert; jedoch finden sich in der von Schimper (I, Taf. IV, Fig. 11) mitgeteilten Abbildung derselben Pflanze in der oberen Seite des Blattes fünf Hypodermaschichten, von denen die drei unteren einen ansehnlichen Zuwachs erfahren haben. In den Blättern von R. conjugata aus Serangoon in der Nähe von Singapore sind in der oberen Fläche 5 Hypodermaschichten vorhanden; allein in der Abbildung Schimpers (III, S. 45, Fig. 21, B) finden sich 6 derartige Schichten, von denen sich die Zellen der drei unteren ansehnlich

verlängert haben. Es geht hieraus hervor, dass die Anzahl der Hypodermaschichten einer gewissen Variation unterworfen ist.

Sowohl Speichertracheiden wie Sclereiden sind bei sämtlichen Arten dieser Gattung ziemlich zahlreich. Auch Krystalldrusen sind sowohl im Mesophyll wie im Hypoderma vorhanden.

An der unteren Blattfläche finden sich bei sämtlichen Arten dieser Gattung ziemlich zahlreiche, kleine, schwarze Flecken, welche der Beobachtung verschiedener früherer Verfasser nicht haben entgehen können, ohne jedoch eine eingehendere Aufmerksamkeit auf sich zu lenken. Nur Warming (I, S. 539) giebt an, dass sie „von Drüsen herrühren, die im pneumatischen Gewebe ihren Sitz haben und aus vielen dicht vereinigten, mit einem gewissen Secrete erfüllten, an Spiritusmaterial immer bräunlichen Zellen gebildet sind“; wobei er noch hinzufügt, dass er eine grössere Höhle nicht beobachtet habe. Wahrscheinlich sind es dieselben Zellgruppen, die nach Schimper (I, S. 15) vom Wassergewebe der Unterseite in das Schwammparenchym vorragen. An Querschnitten (I, 21; II, 4) bilden sie rundliche, gegen die Epidermis zu schmäler werdende Körper, die von einem Korkgewebe umgeben werden, und aus grossen, dünnwandigen, dicht vereinigten Zellen bestehen, die mit einem dicken schleimigen Inhalt gefüllt sind und ausserdem auch Krystalldrusen führen. Bei R. mucronata (I, 21) sind diese Zellen ziemlich regelmässig in zwei Etagen angeordnet, was dagegen mit den entsprechenden Gebilden bei R. Mangle nicht der Fall ist (II, 4). Die Zellen der diese Drüsen bedeckenden Oberhaut unterscheiden sich nicht durch ihre Grösse von gewöhnlichen Oberhautzellen, sind aber mit einem trüben Inhalte gefüllt. Die Zellen der unteren Etagen in den Drüsen bei R. mucronata (I, 18) sind erheblich kleiner als die der oberen, und enthalten je eine Krystalldruse; in der oberen Etage (I, 20) strahlen die Zellen vom Centrum der Drüse aus. In den etwas älteren Drüsen (I, 12) ist die Epidermis resorbirt worden, und ich vermuthe, dass diese Resorption sich schliesslich auf die ganze Drüse erstreckt, und dass die in dieser Weise entstandenen Cavitäten das Centrum jener Zerstörung der Blattgewebe bilden, welche schliesslich die Perforation der Blattspreite und zu gleicher Zeit die Beseitigung des in der Drüse und in dem umliegenden Gewebe gespeicherten Wassers bewirkt. Neben diesen Einrichtungen finden sich auch in der unteren Seite des Blattes Gruppen von Zellen, die bedeutend höher als die übrigen Epidermiszellen (I, 22; XIII, 23) sind. Von der Oberfläche gesehen umgeben sie nicht selten eine Spaltöffnung. Ob diese Einrichtungen selbständige Gebilde sind, oder ob sie die Initialen der soeben beschriebenen inneren Drüsen darstellen, dürfte wohl nur durch Untersuchung an lebendem Material in verschiedenen Entwickelungsstadien zu entscheiden sein.

R. mucronata Lam. (Taf. I).

Das Material stammt von der Insel Edam bei Java. Das Hypoderma in der Oberseite der Blätter besteht aus vier Schichten; die Zellen der beiden oberen Schichten sind mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt, die der beiden unteren führen einen wasserhellen Inhalt. In allen diesen Zellen fehlt ein körniger Inhalt. An Querschnitten durch die Blattspreite (I, 24) sind die Zellen der zwei oberen Schichten viel niedriger als die der beiden unteren, und die Zellen der oberen Schicht niedriger als die der nächst unteren. Die Zellen sämtlicher Schichten schliessen sich lückenlos dicht an einander. In den beiden oberen Schichten bleiben die Zellwände bei Behandlung mit Chlorzinkjod unverändert, in den beiden unteren färben sie sich blau. An Flächenschnitten nimmt die Area der Zellen von aussen nach innen zu, so dass sie in der obersten Schicht am kleinsten sind (I, 2), etwas grösser in der darauf folgenden (I, 3) und am grössten in den beiden untersten (I, 4 und 5). Ferner sind die Zellen der untersten Schicht dickwandiger und mehr regelmässig polygonal. An diese Schicht schliesst sich in der oberen Seite des Blattes eine Schicht von mit Sclereiden gemischten Schleimzellen (I, 6). Die Zellen dieser Schicht haben in Flächenschnitt einen unregelmässigeren Umriss als die Zellen der untersten Hypodermaschicht, besitzen aber ungefähr dieselbe Grösse wie diese. Die Schleimzellen sind nicht

selten septirt (I, 24) und ragen wie die Sclereiden mehr oder weniger tief in das Palissadengewebe hinein, ja unter Umständen sogar bis an die untere Schicht des Schwammparenchyms, wobei sie nach unten zu erheblich schmäler werden (I, 25). In der unteren Blattfläche sind zwei Hypodermaschichten mit keinen anderen Intercellularräumen in beiden Schichten als mitten über den Spaltöffnungen (I, 14, 15). In den Zellen der beiden Schichten fehlt ein körniger Inhalt, dagegen ist ein brauner Zellsaft vorhanden. Sie sind von der Oberfläche gesehen auch schmäler als die Zellen des Hypoderma der oberen Blattfläche.

Das Palissadengewebe der jüngeren Blätter ist etwas niedriger als das Schwammparenchym, das untere Hypoderma dabei abgerechnet, und dessen Zellen sind, wie auch bei den übrigen Arten dieser Gattung, im Verhältniss zur Höhe die schmälsten, die bei irgend einer Mangrovepflanze beobachtet werden. Ihre Höhe ist nämlich 12—15 mal grösser als die Weite. Das Schwammparenchym hat meistens eine Höhe von 7—8 Zellen, wenn man die Anzahl derjenigen Zellen in Rechnung zieht, die sich entlang einer Geraden befinden, die von der oberen Grenze des unteren Hypoderma vertikal gegen die untere Grenze des Palissadenparenchyms gezogen wird. Die Schwammparenchymzellen sind von der Oberfläche gesehen (I, 11, 12, 13) breiter als bei R. Mangle, hingegen merkbar schmäler als die entsprechenden Zellen bei R. conjugata.

R. conjugata L. (Taf. II, Fig. 5; Taf. XIII, Fig. 20).

Das Material stammt aus Serangoon in der Nähe von Singapore, eingesammelt von Hj. Möller. Die jüngeren Blätter sind meistens etwas dicker als bei der vorigen Art. Das Hypoderma in der Oberseite des Blattes besteht meistens aus fünf Schichten, von denen die beiden oberen einen braunen Zellsaft enthalten. Das Palissadenparenchym ist weit mehr zerklüftet und im Verhältniss zum Schwammparenchym beträchtlich niedriger als bei R. mucronata. Es ist nämlich kaum mehr als halb so hoch wie das eigentliche Schwammparenchym. Die Zellen des letzterwähnten Gewebes, das eine Höhe von 6—7 Zellen besitzt und auch bedeutend lacunöser ist, sind breiter, allein kürzer und mit kürzeren Armen versehen (XIII, 20).

R. Mangle L. (Taf. II, Fig. 1—4; Taf. XIII, Fig. 21—23).

Das Material stammt aus St. Croix in Westindien und ist mir von Herrn Bibliothekar F. Börgesen in Kopenhagen gütigst mitgeteilt worden. Die Blätter dieser Art sind meistens kleiner und etwas dünner als bei den beiden übrigen Arten. In der Oberseite des Blattes finden sich vier Hypodermaschichten, von denen die beiden oberen ebenfalls braungefärbt sind; in der Unterseite sind 2 - 3 Hypodermaschichten vorhanden. Die Palissadenzellen sind zwar an und für sich niedriger als bei R. mucronata; weil aber das Schwammparenchym aussergewöhnlich niedrig ist, wird das Palissadengewebe doch ebenso hoch oder nur etwas niedriger als das letzterwähnte Gewebe. Die Zellen des Schwammparenchyms sind besonders in den unteren Schichten (XIII, 22) merkbar schmäler als bei den übrigen Arten.

Ceriops Candolleana Arn. (Taf. III, Fig. 4—13).

Das Material ist mir von Schimper gütigst mitgeteilt worden und stammt wahrscheinlich aus Java. Der betreffende Verfasser (I, S. 15) giebt an, dass die Blätter dieser Pflanze etwas isolateral sind, und an Querschnitten durch die Blattspreite scheint dies auch der Fall zu sein, weil die Zellen der untersten Schicht des Mesophylls in vertikaler Richtung ziemlich langgestreckt sind. Allein in dem einzigen Blatte, dessen Bau ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, waren die Zellen dieser Schicht an Flächenschnitten im Verhältniss zu den Palissadenzellen sehr breit und ähnelten in dieser Hinsicht den Schwammparenchymzellen, obwohl sie gar keine Arme besitzen (III, 10), die doch bei derartigen Zellen meistens angedeutet sind. Da zu gleicher Zeit Spaltöffnungen in der oberen Blattfläche fehlen, und die

Zellen des Schwammparenchyms den für dies Gewebe in dorsiventralen Blättern charakteristischen Bau besitzen, so dürften auch die Blätter dieser Pflanze mit Recht als dorsiventral bezeichnet werden können, eine Auffassung, die auch dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnt, dass in der Regel ein Hypoderma in isolateralen Blättern, wenigstens in der unteren Fläche, nicht vorhanden ist. Da indessen Uebergänge zwischen diesen beiden Typen keineswegs selten sind, und da ebenfalls Beispiele davon vorhanden sind, dass dieselbe Art an einer Lokalität dorsiventrale, an einer anderen isolaterale Blätter besitzen kann, so ist es keineswegs ausgeschlossen, dass diese Pflanze unter Umständen isolaterale Blätter erhalten kann.

Bezüglich des inneren Baues stimmen die Blätter am meisten mit denen der Rhizophora-Arten überein. Die Epidermis ist nämlich ziemlich kleinzellig (III, 4), und zwar auch an Flächenschnitten (III, 5, 12), und hat eine ziemlich dicke Aussenwand, wozu kommt, dass ihre sämtlichen Wände cuticularisirt sind und ein Hypoderma in beiden Blattflächen vorhanden ist, obwohl es eine geringere Mächtigkeit besitzt. Es besteht nämlich in der oberen Seite aus 2—3, in der unteren aber nur aus einer Schicht, und sämtliche Schichten enthalten eine braune Flüssigkeit (III, 6, 7, 11). Das Palissadenparenchym weicht aber in mehreren Beziehungen von dem nämlichen Gewebe bei den Rhizophora-Arten ab. Allerdings besteht es auch nur aus einer Schicht hoher, schmaler, cylindrischer und septirten, dicht vereinigten Zellen (III, 8), deren Höhe (III, 4) die Weite ungefähr um das 7—8fache übertrifft; allein es nimmt nur etwa den dritten Teil der Höhe des Mesophylls ein und ist durchaus homogen. Die Palissadenzellen sind ebenfalls erheblich weiter, so dass die Area einer Epidermiszelle nur 2—3mal grösser ist als der Umkreis einer Palissadenzelle (III, 5, 8). Das Schwammparenchym ist bedeutend mächtiger als in den Blättern der Rhizophora-Arten und hat eine Höhe von etwa 13—14 Zellen; allein seine Zellen haben dieselbe Form wie bei diesen Arten (III, 9). Dadurch, dass die Maschenräume in einer grösseren Anzahl der netzförmigen Schichten mitten über einander liegen (III, 4), entstehen aber öfters in diesem Gewebe recht hohe Luftkammern. Die Blätter werden in Folge der grösseren Mächtigkeit und der grösseren Lacunosität des Schwammparenchyms kräftigere Transpirationsorgane als die Blätter bei den Arten der vorigen Gattung. Die Spaltöffnungen, welche ziemlich zahlreich und gross sind (III, 13), ähneln auch denen bei dieser Gattung und bilden eine Zwischenform zwischen den Spaltöffnungen bei Rhizophora und denen bei Bruguiera. Sie sind vielleicht etwas mehr eingesenkt, werden von einem Kranze aus Nebenzellen (III, 12) umgeben, und haben grosse Schliesszellen mit grossen Eingangsleisten, die bei dieser Art sehr dick und ebenso wie bei den Bruguiera-Arten an der Innenseite mit je einem stachelförmigen Vorsprung versehen sind. Auch bei dieser Pflanze finden sich Ausgangsleisten, die von den Nebenzellen ausgehen. Die kleineren, blind endigenden Gefässbündel enthalten Speichertracheiden und Sclereiden, letztere dringen aber nicht in das Mesophyll hinein. Merkwürdigerweise scheinen Krystalle, die sonst nicht nur bei den Rhizophora-Arten, sondern auch bei den meisten Mangrovepflanzen so reichlich vorhanden sind, bei dieser Pflanze völlig zu fehlen. Da ich nur ein einziges und zwar ein ziemlich junges Blatt zur Verfügung gehabt habe, so ist mir nicht möglich gewesen, das Vorhandensein von Speicherblättern zu konstatiren. Wahrscheinlich aus demselben Grunde konnte ich keine Einrichtungen nachweisen, die als wasserausscheidende Organe aufgefasst werden könnten.

Carapa obovata Blume. (Taf. III, Fig. 14—25; Taf. IV, Fig. 1).

Das Material ist von Dr. Nyman in Java gesammelt und mir von Prof. Kjellman in Upsala freundlichst mitgeteilt worden. Die Blätter dieser Pflanze, welche in Hort. Kewensis (T. 1, S. 420) als mit C. moluccensis synonym aufgeführt wird, sind die grössten, die ich bei irgend einer Mangrovepflanze gefunden habe. In Bezug auf ihren Bau stimmen sie am meisten mit den im Vorigen beschriebenen Rhizophora-Arten überein. Die Epidermis der beiden Blattflächen (III, 14, 16, 18) ist nämlich sehr

kleinzellig, und ihre Wände sind völlig cuticularisirt, obwohl die Aussenwand bedeutend dünner als bei jenen ist. Dagegen fehlt ein Hypoderma in der unteren Blattfläche; in der oberen besteht es aber aus zwei Schichten, deren Zellen einen wasserklaren Inhalt führen und von Chlorzinkjod gebläut werden. Wie gewöhnlich haben die Zellen des Hypoderma eine bedeutend grössere Area als die Epidermiszellen (III, 16) und die Zellen der unteren Schicht eine grössere Area als die der oberen. Das Palissadengewebe, das kaum mehr als ein Drittel der Höhe des assimilatorischen Mesophylls einnimmt, besteht aus drei Zellenreihen, deren Zellen bezüglich ihrer Form erheblich von den Palissadenzellen der bis jetzt abgehandelten Pflanzen abweichen, indem sie so niedrig und breit sind, dass die Höhe kaum doppelt grösser ist als die Breite. Insbesondere die Zellen der obersten Reihe sind sehr weit, so dass ihr Umfang gewöhnlich grösser ist als die Area einer Epidermiszelle (III, 16, 22); in den beiden unteren Reihen sind sie ungefähr ebenso breit und in ihrem Umfange (III, 17) ebenso gross wie die Epidermiszellen (III, 16). Die oberste Reihe zeigt eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Palissadengewebe der Rhizophora-Arten, indem grosse Schleimzellen, die schliesslich zu Wasserzellen verwandelt werden (III, 29), zwischen den Palissadenzellen vorhanden sind; sie dringen aber nicht in die anderen Zellenreihen hinein. Das Schwammparenchym, das ungefähr eine Höhe von 10 Zellen besitzt und ziemlich lacunös und reich an Luftkammern ist, stimmt in Bezug auf Form und Anordnung der Zellen (III, 24) mit dem entsprechenden Gewebe bei den vorhin beschriebenen Mangrovepflanzen überein. Obwohl in diesem Gewebe kurze Gefässbündelendigungen vorhanden sind, finden sich doch keine eigentlichen Speichertracheiden und auch keine Sclereiden vor. Auch Krystalldrusen scheinen dieser Pflanze abzugehen. Das Fehlen eines unteren Hypoderma wird dadurch kompensirt, dass die Zellen der untersten Schicht des Schwammparenchyms (III, 25) keine Arme besitzen und dicht bei einander stehen, so dass keine anderen grösseren Zwischenräume als die vor den Spaltöffnungen vorhanden sind. Diese (III, 23) gehören einem Typus an, der bei den hier abgehandelten Pflanzen nur bei Scolopia wieder auftritt. Sie erheben sich etwas über das Niveau der Oberhaut; ihre Schliesszellen liegen über den Nebenzellen, welche sie teilweise bedecken, und sind ausserordentlich dickwandig, sodass ihr Lumen nur eine enge Querspalte bildet. Die Eingangsleisten sind kurz, dick und ragen gerade aus; Ausgangsleisten fehlen.

Speicherblätter kommen teilweise in derselben Weise wie bei den Rhizophora-Arten zu stande, indem die Zellen der unteren Hypodermaschicht einen starken Zuwachs erfahren. Aber zur selben Zeit werden die Palissadenzellen der obersten Zellenreihe in Wasserzellen verwandelt (III, 15). Wahrscheinlich verlängern sich die Zellen dieser beiden Reihen allmählich noch mehr. Wenigstens scheint dies bei C. moluccensis nach der Abbildung, die Schimper (I, Taf. 14, Fig. 8) gegeben, zu urteilen, der Fall zu sein. In dieser Abbildung scheint es nur die untere Hypodermaschicht zu sein, die sich verlängert und schliesslich höher wird als das Mesophyll, während das Palissadenparenchym unverändert bleibt. Die Verschiedenheit zwischen Schimpers Abbildung und der meinigen ist in der That so erheblich, dass C. obovata und C. moluccensis schwerlich eine Art ausmachen können.

An der unteren Blattfläche entdeckt man mit Hülfe der Lupe kleine, dunkle Punkte oder kleine runde Löcher in der Blattspreite, die mit einander gemischt vorkommen. Die Löcher sind vermutlich ältere Entwickelungsstadien jener Einrichtungen, die an derselben Fläche als dunkle Punkte hervortreten und welche epithematische Hydathoden, ähnlich denjenigen bei Laguncularia racemosa (III, 19), darstellen. Sie finden sich über den Gefässbündeln (III, 20) und bestehen, von der Oberfläche gesehen, aus einem sehr kleinzelligen, epithematischen Gewebe ohne Zwischenräume (III, 19). Die Epidermis wird zuerst resorbirt, und nachher das epithematische Gewebe (IV, 1), wodurch breite aber niedrige Cavitäten entstehen. Neben diesen Einrichtungen finden sich an den Kanten des oberen Teiles des Blattstiels lenticellenförmige Gebilde (III, 21), die mit denjenigen bei Scyphiphora caryophyllacea auch in der Beziehung übereinstimmen, dass sie mit den Gefässbündeln nicht in Verbindung stehen.

Acanthus ilicifolius L. (Taf. V, Fig. 1—14).

Das Material ist bei Kranje unweit von Singapore von Hj. Möller gesammelt. — Von den im Vorigen abgehandelten Pflanzen unterscheidet sich diese Art durch ihre Grosszelligkeit und zwar sowohl in Bezug auf die Epidermis wie auf das Mesophyll. Ein Hypoderma ist nur in der oberen Blattseite vorhanden und besteht aus zwei oder bisweilen nur aus einer Schicht (V, 1). Die Zellen des Hypoderma, welche keinen braunen Inhalt führen, sind an Flächenschnitten (V, 2) ziemlich regelmässig polygonal und gewöhnlich 4—6 mal grösser als die Oberhautzellen, obgleich auch diese eine ungewöhnlich grosse Area haben. Die Oberhautzellen, die an Flächenschnitten in der oberen Blattfläche (V, 2) ziemlich regelmässig polygonal sind, aber an der unteren Fläche (V, 10) in Folge der zahlreichen Spaltöffnungen einen unregelmässigeren und gewöhnlich etwas kleineren Umriss haben, sind an beiden Seiten der Blätter aussergewöhnlich dünnwandig, und zwar auch was die Aussenwand anbelangt, deren innere Membranschichten ebenso wie der grösste Teil der Zwischenwand und die ganze Innenwand aus Cellulose bestehen. Die Hypodermazellen schliessen völlig lückenlos an einander und haben keinen körnigen Inhalt, wobei ihre Zwischenwände ziemlich dick sind. Das Palissadenparenchym, das gewöhnlich etwas niedriger als das Schwammparenchym ist, besteht aus sowohl bezüglich der Höhe wie der Weite ziemlich grossen, wasserreichen, kleine zerstreute Chloroplasten enthaltenden Zellen, die meistens in zwei Reihen angeordnet sind. An einigen Stellen sind die diesem Gewebe unmittelbar angrenzenden Zellen des Schwammparenchyms ebenfalls palissadenförmig, so dass es aus drei Schichten gebildet wird. In Folge der sehr wechselnden Grösse der Hypodermazellen und der ebenfalls sehr variirenden Mächtigkeit des ganzen Hypoderma wird die obere Grenze des Palissadenparenchyms gegen das Hypoderma sehr zackig und erinnert in dieser Hinsicht an das Palissadengewebe der Rhizophora-Arten, indem gewisse Gruppen der Palissadenzellen sich viel höher als andere gegen die Epidermis hinauf erstrecken. Die Zellen der oberen Reihe sind ungefähr doppelt so hoch oder noch etwas höher als die der unteren und im Allgemeinen auch weiter. Sie sind zugleich oft septirt und ungefähr zehnmal so hoch als weit. An tangentialen Schnitten (V, 3) stehen sie dicht zusammen und haben einen runden, ovalen oder polygonalen Umriss, dessen Grösse höchst variabel ist. Meistenteils ist an Flächenschnitten eine Epidermiszelle 1 – 2 und eine Hypodermazelle etwa 7—12 mal grösser als der Umfang einer Palissadenzelle. In der unteren Schicht (V, 4) sind die Palissadenzellen meistenteils schmäler und stehen nicht so dicht zusammen.

Das Schwammparenchym, das etwas höher als das Palissadengewebe ist, hat durchschnittlich eine Höhe von etwa 15 Zellen, wenn man die Anzahl der Zellen zählt, die sich auf einer Geraden befinden, welche von der Innenseite der unteren Epidermis genau an die untere Grenze des Palissadenparenchyms gezogen wird, und ihre Zellen haben am Querschnitte eine vorwiegende Tendenz zur Anordnung in vertikale Reihen. Diejenigen Gewebeelemente, die sich in der unmittelbaren Nähe des Palissadenparenchyms (V, 5, 6) oder der unteren Epidermis (V, 9) befinden, sind im Allgemeinen merkbar kleiner als die Zellen des inneren Schwammparenchyms (V, 7) und zwar auch an Querschnitten durch die Blattspreite (V, 1). Im Allgemeinen haben die Zellen dieses Gewebes im Querschnitt einen rundlichen oder ovalen Umriss. An tangentialen Schnitten durch die Blattspreite haben sie aber eine ansehnliche Flächenausdehnung, und es stellt sich heraus, dass sie dem den Mangrovepflanzen eigenen Typus angehören, d. h. sie sind mehr oder weniger länglich, bogenförmig gekrümmt und an beiden Enden in kurze armförmige Ausstülpungen von ungefähr derselben Breite wie der Mittelkörper der Zelle geteilt (V, 7). Durch diese Ausstülpungen stehen sie mit einander in Verbindung und bilden in dieser Weise ein netzartiges Geflecht (V, 7). In der obersten (V, 5) wie auch in der untersten hypodermatischen Schicht (V, 9) sind diese Ausstülpungen kleiner und kommen in geringerer Anzahl vor. Insbesondere das innere Schwammparenchym ist reich an bald weiteren bald engeren Luftkammern, die öfters bis an oder sogar zwischen die unteren Enden des Palissadenparenchyms hinaufragen. Andererseits erstrecken sich viele Luftkammern bis an die untere Epidermis und deren Spaltöffnungen hinab. Indessen ist es

mir niemals gelungen, Luftkammern, die vom Palissadenparenchym bis an die untere Epidermis verlaufen, zur Ansicht zu bekommen. In der Regel sind die Luftkammern im unteren Teile des Schwammparenchyms, d. h. diejenigen, die bis an die untere Epidermis gelangen, die grössten, und können sich sogar durch 10 Zellschichten erstrecken (V, 8). An dünnen, mit dem Mikrotom angefertigten Querschnitten treten diese Luftkammern nicht mit derselben Vollständigkeit hervor wie an dickeren, aus freier Hand gemachten Querschnitten, an denen es bisweilen gelingt, diese Kammern in einer bemerkenswerten Regelmässigkeit zu beobachten. Im Schwammparenchym sind sowohl Sclereiden wie Speichertracheiden vorhanden.

Die zahlreichen, auf die untere Blattfläche beschränkten Spaltöffnungen werden von zwei Nebenzellen umgeben, welche die beiden Enden des länglichen Spaltöffnungsapparates umfassen (V, 10). Sie befinden sich auf demselben Niveau wie die Oberhautzellen, und ihre Schliesszellen sind im Verhältniss zu den Nebenzellen aussergewöhnlich klein und haben keine Ausgangsleisten, während die Eingangsleisten einfach und nach oben resp. nach vorn gerichtet sind (V, 11).

Aus dieser Schilderung geht hervor, dass die Organisation der Blätter wenigstens nicht sehr geeignet ist, die Transpiration in erheblicherem Grade zu beschränken. Da zu gleicher Zeit das Wassergewebe nicht stark entwickelt ist, und soviel ich habe finden können, auch in den älteren Blättern unverändert bleibt, so ist es wahrscheinlich, dass diese Pflanze hauptsächlich durch andere Einrichtungen sich gegen die schädliche Einwirkung, welche durch eine allzu grosse Ansammlung von Salzwasser entstehen würde, zu schützen sucht. Auch finden sich bei dieser Pflanze verschiedene Structureigentümlichkeiten, die möglicherweise als Mittel, um das überflüssige Wasser zu entfernen, aufgefasst werden könnten. In erster Linie kommt dabei in Betracht die grosse Anzahl von Drüsen, welche in beiden Blattflächen vorhanden und die in Vertiefungen angebracht sind, welche in der oberen Blattfläche am tiefsten sind (V, 1), sodass die Drüse selbst bis an die Mündung der Vertiefung nicht hinaufreicht, wie es mit den unteren Drüsen der Fall ist. Sie bestehen gewöhnlich aus zwei Zelletagen mit vier von einem trüben Inhalt erfüllten Zellen, welche von einer dicken, verschleimten Membran umgeben werden. Die Vertiefung, in welcher die Drüse sich befindet, wird von einer wechselnden Anzahl Epidermiszellen, die an Flächenschnitten kleiner sind als die übrigen (V, 2, 10), umgeben. In der oberen Blattfläche streckt sich diese Vertiefung in das Wassergewebe hinab, und die in der nächsten Umgebung befindlichen Zellen des Wassergewebes sind bedeutend kleiner als die übrigen (V, 2). Unterhalb der Drüse und um dieselbe herum ist das Wassergewebe am mächtigsten und ragt bedeutend tiefer in das Palissadengewebe hinab (V, 1). In der unteren Blattfläche, wo ein Wassergewebe nicht vorhanden ist, sind die Zellen des Schwammparenchyms dichter vereinigt unmittelbar unter und um die Drüsenhöhle, die an Flächenschnitten (V, 9) von einem Kranze aus länglichen, abgeplatteten Zellen, von denen grosse, längliche und mit armförmigen Vorsprüngen versehene Schwammparenchymzellen ausstrahlen, umgeben werden. Die Drüsen sind an der unteren Blattseite etwas zahlreicher; an der oberen Seite finden sich aber daneben ziemlich zahlreiche und grosse Gruppen aus Schleimzellen, welche ziemlich weit in das Palissadengewebe hineindringen, und an welche sich die umliegenden grossen Wassergewebezellen anschliessen (V, 13). Es ist ziemlich wahrscheinlich, dass diese Gruppen dazu dienen, aus dem Wassergewebe Wasser aufzusaugen, und ich vermute ebenfalls, obwohl es mir nicht gelungen ist, die Richtigkeit dieser Vermutung mit voller Bestimmtheit zu konstatiren, dass die lenticellenförmigen Gebilde, welche auch an der oberen Blattfläche, obwohl in geringerer Anzahl als an der unteren, vorhanden sind, von diesen Drüsen herrühren, und zwar auf die Weise, dass die ganze Gruppe durch eine Korkschicht isolirt wird und schliesslich abstirbt. In grösserer Menge treten derartige drüsenähnliche Gebilde an der unteren Blattfläche auf, sie sind aber hier von einem etwas verschiedenen Bau. Sie bestehen nämlich hier aus einer Gruppe sehr grosser und hoher, schleimgefüllter Epidermiszellen, unterhalb welcher sich eine Gruppe kleinerer, ebenfalls schleimgefüllter Zellen befindet (V, 12). Die ganze Einrichtung ähnelt den im Vorigen beschriebenen

Gebilden an der Unterseite der Blätter der Rhizophora-Arten und veranlasst das Entstehen der besonders an dieser Seite zahlreichen Lenticellhydathoden (V, 14), welche auch bei dieser Pflanze schliesslich zur Bildung von Löchern führen, welche das Blatt vollständig durchbohren, während der unbeschädigte Teil der Blattspreite fortwährend funktioniren kann.

Avicennia nitida Jacq. (Taf IV, 2—14, VII, 1).

Das Material, das aus St. Croix in Westindien stammt, ist mir in liebenswürdiger Weise von Warming mitgeteilt worden. Die Epidermiszellen der oberen Blattfläche sind ziemlich klein und im Querschnitt rectangulär oder beinahe quadratisch (IV, 2) und mit einer dicken cuticularisirten Aussenwand und ebenfalls mit cuticularisirten Zwischenwänden versehen, während die Innenwände collenchymatisch sind. An Flächenschnitten (IV, 3) sind diese Zellen ebenfalls klein und ziemlich regelmässig polygonal. An der oberen Blattfläche treten Trichome einer ziemlich ungewöhnlichen Form auf. Sie sind dort zerstreut, finden sich in Vertiefungen der Oberhaut und bestehen aus einer kurzen Fusszelle, welche eine andere Zelle auf sich trägt, die fast an den Kopf eines Vogels erinnert und nicht besonders weit über die Epidermis hervorragt. Die Epidermiszellen der unteren Blattfläche sind sowohl im Querschnitt (IV, 2) wie an Flächenschnitten (IV, 11) etwas grösser als die der oberen Fläche und wie diese rectangulär oder beinahe quadratisch und an Flächenschnitten ziemlich regelmässig polygonal. Die Innenwände wie auch die inneren Partien der Zwischenwände werden mit Chlorzinkjod gebläut, die Aussenwände sind dagegen völlig cuticularisirt, allein, weil sie von Trichomen völlig bedeckt werden, erheblich dünner als die der oberen Blattfläche. Diese Trichome gehören zu demselben Typus wie die soeben beschriebenen, an der oberen Fläche befindlichen, haben aber eine viel höhere Fusszelle, die von einer Epidermiszelle, die sich auf demselben Niveau wie die übrigen befindet (IV, 14), ausgeht, während die niedrige Fusszelle der an der oberen Fläche vorhandenen Trichome (IV, 2) von einer ebenfalls niedrigen, am Boden der Vertiefung befindlichen Epidermiszelle entspringt. Die Trichome der unteren Fläche werden dadurch regenschirmförmig und befinden sich nicht in Vertiefungen der Blattfläche. Weil die Trichome verschiedene Höhe besitzen, und solche Gebilde an allen Epidermiszellen mit Ausnahme der Nebenzellen der Spaltöffnungen vorhanden sind, gelangen sie dazu, die untere Blattfläche vollständig zu bedecken (IV, 14). Sie haben völlig cuticularisirte Wände, welche besonders an der hohen, cylindrischen Fusszelle ziemlich dick sind. Die obere, abgeplattete Zelle hat von der Oberfläche gesehen (IV, 13) einen sehr wechselnden Umriss, und die Fusszelle ist bald an ihre Mitte befestigt, bald mehr oder weniger excentrisch. Die Spaltöffnungen in der unteren Blattfläche sind ziemlich zahlreich und mit zwei Nebenzellen versehen, welche mit der Längsachse der Nebenzellen nicht parallel sind, sondern diese kreuzen (IV, 11). Die Schliesszellen sind etwas eingesenkt und aussergewöhnlich dünnwandig, haben ziemlich lange, fast aufrechte und etwas klauenförmig gekrümmte Eingangsleisten, besitzen aber keine Ausgangsleisten.

In der oberen Seite des Blattes findet sich ein meistenteils aus drei Schichten bestehendes Hypoderma, dessen Zellen dicke, fast collenchymatische Wände haben und im Querschnitt rundlich oder länglich, bisweilen fast rectangulär, erheblich höher als die Epidermiszellen und an Flächenschnitten (IV, 4) fast polygonal und im Umkreise 4—5 mal grösser als die Epidermiszellen sind. Die Zellen der inneren Schichten, und zwar besonders die der innersten, sind grösser als die der äussersten. Sie führen einen wasserhellen Inhalt, aber fast keine körnigen Bestandteile; ebenso fehlen Intercellularräume, nur in der obersten Schicht sind Oeffnungen für die Drüsen vorhanden. In der unteren Blattfläche findet sich nur eine Hypodermaschicht, deren Zellen ebenfalls collenchymatische Wände haben, und die an Querschnitten niedriger und an Flächenschnitten (IV, 10) kleiner als die Hydodermazellen der oberen Blattfläche sind. In dieser Schicht finden sich auch Oeffnungen für die Drüsen und für die Spaltöffnungen.

Das Mesophyll, das aussergewöhnlich dicht und grosszellig ist, zeichnet sich ausserdem durch die unvollständig durchgeführte Differenzirung des Palissaden- und Schwammparenchyms aus. Jenes nimmt ungefähr $^2/_3$ der ganzen Höhe des Mesophylls ein und besteht aus vier Schichten (IV, 2). Demgemäss sind sämtliche Gefässbündel, mit Ausnahme der grössten, im Palissadengewebe eingeschlossen, und verlaufen nicht, wie es gewöhnlich der Fall ist, in den oberen Schichten des Schwammparenchyms oder an der Grenze zwischen diesem Gewebe und dem Palissadenparenchym. Die Palissadenzellen der oberen Reihe sind weiter (IV, 2) und oft etwas höher als die der unteren und stehen dichter zusammen, so dass sie an Flächenschnitten (IV, 5) polygonal sind, und Intercellularräume zwischen ihnen fehlen. Ihr Umfang ist auch in der Regel grösser als derjenige der Oberhautzellen (vgl. Fig. 3 und 5, IV). In den unteren Reihen stehen die Zellen immer mehr getrennt, so dass sie in der untersten Reihe (IV, 6) sowohl bezüglich der Form, wie bezüglich der Intercellularräume, von den Zellen der obersten Schicht des Schwammparenchyms (IV, 7) wenig verschieden sind. Das Schwammparenchym hat ungefähr eine Höhe von vier Zellen, und seine Zellen stehen nicht selten in vertikalen Reihen, die sich den Reihen der Palissadenzellen anschliessen und sozusagen eine Fortsetzung von ihnen bilden. Zugleich ist auch die Anordnung in horizontalen Reihen im Schwammparenchym recht deutlich ausgeprägt. Die Zellen der obersten und untersten Reihe dieses Gewebes sind nicht selten in vertikaler Richtung gestreckt und nähern sich in der Form den Palissadenzellen, obwohl sie niedriger und breiter sind. An Flächenschnitten (IV, 7 und 9) sind die Zellen dieser Reihen rundlich oder länglich und haben keine eigentliche Ausstülpungen, insbesondere die der untersten Reihe, welche auch einen viel geringeren Umfang als die Zellen der obersten Reihe besitzen. In den beiden mittleren Schichten des Schwammparenchyms sind die Zellen an Querschnitten durch die Blattspreite meistenteils abgerundet quadratisch oder fast rectangulär, und die Intercellularräume zwischen ihnen ungewöhnlich klein und in geringer Zahl vorhanden. An Flächenschnitten (IV, 8) zeigen die Zellen dieser Reihen und zwar besonders die in der Nähe der Gefässbündel befindlichen, eine gewisse Neigung zu netzförmiger Anordnung, indem die Zellen, die einen ziemlich grossen und unregelmässigen Umfang haben, durch kurze und breite Arme miteinander in Communication stehen. Sie nähern sich also dem bei den Mangrovepflanzen gewöhnlichen Typus. In jeder Mesophyllzelle ist eine Gerbstoffvacuole vorhanden. Im Palissadengewebe (IV, 6) finden sich zahlreiche Sclereiden und Speichertracheiden.

Die ganze Organisation der Blätter deutet darauf hin, dass diese Pflanze unter solchen Lebensbedingungen gedeiht, welche eine Herabsetzung der Transpiration nötig machen, in welcher Beziehung sie sich den Xerophyten nähert. Die dicke, cuticularisirte Aussenwand der oberen Epidermis, das besonders in der oberen Blattfläche mächtig entwickelte Hypoderma, das hohe und in den oberen Schichten dichte Palissadenparenchym, das wenig mächtige und wenig lacunöse Schwammparenchym, sowie die eigentümlichen, gleichsam ein Dach über den Spaltöffnungen bildenden Trichome, alle diese Einrichtungen dienen dazu, die Transpiration zu beschränken. Die verhältnissmässig dünne Aussenwand der unteren Epidermis wie auch die aussergewöhnliche Dünnwandigkeit der Schliesszellen der Spaltöffnungen, erhält ihre genügende Erklärung durch jene Trichombekleidung, deren schützende Eigenschaften ausserdem dadurch verstärkt werden, dass auch der obere, regenschirmförmige Teil des Trichomes, eine cuticularisirte Wand besitzt. Eigentliche Speicherblätter sind bei dieser Pflanze nicht beobachtet worden, vielleicht aus dem Grunde, weil das Untersuchungsmaterial nicht ausreichend gewesen ist. Doch habe ich gefunden, dass die unteren Blätter etwas dicker sind als die oberen, und dass die Palissadenzellen in der obersten Reihe derartiger Blätter mehr oder weniger vollständig in wasserreiche Zellen, aus denen die Chloroplasten verschwunden, verwandelt worden sind.

Ausser den schon erwähnten Trichomen finden sich sowohl an den beiden Oberflächen der Blattspreite (IV, 14), wie auch in der Grube (VII, 1), die an der Innenseite der Blattstielbasis vorhanden ist, Drüsen, welche schon von Wille (S. 42), der eine kurze Beschreibung über den Blattbau

dieser Pflanze gegeben, beobachtet worden sind. Die Drüsen der Blattspreite weichen indessen in Bezug auf ihren Bau von denen des Blattstiels ab, indem die Zellen, aus denen die Drüse besteht, in einer Etage, die Zellen der Blattstieldrüsen dagegen in zwei Etagen angeordnet sind (VII, 1). In der oberen Blattfläche sind die Drüsen, wie gewöhnlich, in Vertiefungen eingesenkt, was dagegen nicht mit denen der unteren Seite der Fall ist. Die Drüsen der Blattstiele sind ebenfalls, obwohl nicht so vollständig, eingesenkt und viel grösser als die der Blattspreite. Wille giebt an, dass diese letzteren nur an ganz jungen Blattanlagen vorhanden sind, und dass sie offenbar ihre Wirksamkeit eingestellt haben, lange bevor die Blätter ausgewachsen sind (S. 45), was indessen keineswegs der Fall ist.

Neben diesen wahrscheinlich wasserausscheidenden Einrichtungen kommen auch, obwohl nicht so zahlreich wie bei manchen anderen Mangrovepflanzen, an der unteren Blattfläche Lenticellhydathoden vor, die auch bei dieser Pflanze schliesslich das Entstehen von Perforationen in der Blattspreite veranlassen. Sie treten nämlich anfangs als kleine, dunkle, hervorgewölbte Punkte auf, welche an der unteren Blattfläche aus einem schon zerstörten Gewebe bestehen. Das schon desorganisirte Gewebe ist durch eine mächtige Korkschicht, die im Querschnitt fast uhrglasförmig, und deren convexe Seite nach oben gerichtet ist, von dem übrigen Gewebe getrennt (VIII, 20). Auf ihrem höchsten Punkte erstreckt sich diese Korkschicht bis an das Hypoderma der Oberseite, so dass auch das Palissadenparenchym für die Korkbildung in Anspruch genommen wird. Auch ziemlich grosse Gefässbündel verlaufen an Querschnitten durch das Blatt in horizontaler Richtung gegen diese Gebilde hinaus und werden durch eine Korkschicht abgeschnitten. In der desorganisirten Masse können zahlreiche Sclereiden und Speichertracheiden beobachtet, im Uebrigen aber kann die Zellstructur nicht deutlich wahrgenommen werden. Ob die durch die Korkschicht von der Communication mit dem noch lebenden Gewebe abgetrennte Masse einen von dem übrigen Gewebe abweichenden Bau gehabt hat, wie es sonst oft der Fall ist, habe ich nicht entscheiden können. Die durch die Zerstörung des Gewebes entstehende Höhle wird wenigstens eine lange Zeit von der Epidermis und dem Hypoderma der oberen Fläche bedeckt.

Scyphiphora caryophyllacea Gaertn. (Taf. V, 15—18, Taf. VI, 1—12).

Das Material ist von Hj. Möller bei Serangoon gesammelt worden. Die Blätter dieser Pflanze zeichnen sich durch einen aussergewöhnlich grossen Wassergehalt und in Zusammenhang damit auch durch die beträchtliche Grosszelligkeit des Mesophylls, sowie durch die kleinen und zerstreut liegenden Chloroplasten ihrer Zellen aus. Die Epidermis der oberen Blattfläche hat eine sehr dicke Aussenwand, und ihre Zellen sind im Querschnitt (VI, 1, 2) quadratisch oder rectangulär und haben ungefähr dieselbe Höhe wie die der unteren Epidermis. Von der Oberfläche gesehen haben sie gerade, ziemlich dicke Zwischenwände (V, 15) und sind polygonal und etwas grösser als die der unteren Epidermis (VI, 6). Die Aussenwand der oberen Epidermiszellen ist fast vollständig cuticularisirt, so dass nur die innerste Schicht unverändert bleibt, und dasselbe ist auch mit den Zwischenwänden der Fall; die Innenwände sind aber collenchymatisch. Die Epidermiszellen der unteren Blattfläche zeigen in dieser Hinsicht die Verschiedenheit, dass die im Uebrigen dünnere Aussenwand eine viel dickere Celluloselamelle besitzt, und dass die Zwischenwände ganz und gar aus Cellulose bestehen. Die Spaltöffnungen sind ziemlich zahlreich und mit grossen Nebenzellen, die mit der Längsachse der Schliesszellen parallel liegen, versehen. An Flächenschnitten sind gewisse Spaltöffnungen (VI, 8) bedeutend grösser als die anderen (VI, 9), besonders was die Spalte selbst und die Nebenzellen anbelangt. Im Querschnitt haben erstere (VI, 11), die vermutlich Wasserspalten sind, einen sehr abweichenden Bau, indem die Schliesszellen viel dünnwandiger sind und sehr kleine Ausgangsleisten besitzen, wozu kommt, dass die beiden Nebenzellen tief unter die Schliesszellen hinabragen und unterhalb dieser mit je einer langen und stachelförmigen Cuticularleiste versehen sind, und zwar sind diese beiden Leisten nach oben gerichtet und mit den Spitzen dicht an einander gerückt, wodurch der Hinterhof zum grössten Teile von der Athemhöhle

abgesperrt wird. Von den gewöhnlichen Wasserspalten unterscheiden sie sich durch das Fehlen eines Epithema. Ausserdem unterscheiden sie sich von den gewöhnlichen Spaltöffnungen dieser Pflanze dadurch, dass sie über die Blattfläche erhöht (etwas mehr als die Abbildungen zeigen) und nicht etwas eingesenkt sind. Die gewöhnlichen Spaltöffnungen (VI, 10) haben ziemlich dickwandige Schliesszellen und gut ausgebildete Ausgangsleisten; die Nebenzellen ragen nur wenig unter die Schliesszellen hinab. Bei beiden Formen sind die Eingangsleisten gut ausgebildet, an der Basis dick, in eine feine Spitze ausgezogen und horizontal gegen einander gerichtet.

An der oberen Blattfläche wird die Oberhaut von einer Hypodermaschicht (VI, 1, 2), deren Zellen lückenlos aneinander schliessen und in allen Dimensionen grösser als die Oberhautzellen sind, verstärkt. Wie diese sind sie im Querschnitt mehr oder weniger tafelförmig und an Flächenschnitten polygonal (V, 16); allein ihre Wände sind beinahe collenchymatisch und werden von Chlorzinkjod gebläut. In den Zwischenwänden finden sich kleine Tüpfel. Unter dieser Schicht befindet sich noch eine andere hypodermaähnliche Schicht, obschon ihre Zellen meistenteils bedeutend höher, nicht selten palissadenförmig (VI, 2) und dünnwandiger sind und, wenn auch sparsam, Chloroplasten führen. An Flächenschnitten haben die Zellen dieser Schicht einen runden oder ovalen Umriss, so dass zwischen ihnen kleine Intercellularräume vorhanden sind Schimper (I, 17) betrachtet, und zweifelsohne auf guten Gründen, auch diese Schicht als ein Wassergewebe, obwohl sie höchst wahrscheinlich dem Palissadengewebe ursprünglich angehört hat, schliesslich aber, wie auch das Palissadenparenchym der oberen Reihe bei Ceriops Candolleana (I, 17), in wasserspeicherndes Gewebe verwandelt worden ist. Demgemäss finden sich in diesem Gewebe, wie auch im Palissadenparenchym derselben Pflanze, dickwandige Schleimzellen, in deren collenchymatischen Wänden die inneren Schichten allmählich verschleimt werden.

Das zu gleicher Zeit sehr dünnwandige und grosszellige, wasserreiche und dorsiventrale Mesophyll zeigt in verschiedenen Partien des Blattes eine sehr wechselnde Mächtigkeit, was sowohl auf der verschiedenen Anzahl von Schichten wie auf der sehr variirenden Höhe der Palissadenzellen beruht und mit der verschiedenen Dicke der Blattspreite im engsten Zusammenhange steht. In der Mittelrippe und den grösseren Gefässbündeln sowie in ihrer nächsten Umgebung ist die Blattspreite nämlich viel dicker und wird gegen die Ränder zu dünner. Die Blattspreite kann also in der Mitte um die Hälfte dicker sein als gegen den Rand. Bei Behandlung mit wasserentziehenden Reagentien zeigt das Mesophyll im Ganzen und vor Allem die drei zunächst unter dem eigentlichen Hypoderma liegenden Schichten des Palissadengewebes dasselbe deformirte Aussehen, das Westermaier bei dem in derselben Weise behandelten Wassergewebe nachgewiesen hat.

Im dickeren Teile der Blattspreite nimmt das Palissadengewebe fast die Hälfte der ganzen Höhe des Mesophylls ein und ist, abgesehen von der oberen in ein Wassergewebe umgewandelten Schicht, in 2—4 Reihen angeordnet, sodass zwischen den Gefässbündeln die Anzahl der Reihen am grössten ist. Die Zellen sind im Verhältniss zur Höhe sehr weit und stehen sehr locker (V, 18) und zwar auch in der obersten Reihe (VI, 7). In den beiden oberen Reihen der eigentlichen Palissadenzellen sind diese etwa 4—6-, in den unteren aber blos 2—3mal höher als weit. An Flächenschnitten haben die Zellen einen runden Umfang, der, besonders in der obersten Reihe, oft grösser ist als der einer Epidermiszelle, aber auch in der unteren ungewöhnlich gross ist. Die Zwischenwände sind in allen diesen Schichten mit kleinen und zahlreichen Tüpfeln versehen. Insbesondere in der obersten, aber auch, obwohl seltener, in der nächst unteren Reihe können hie und da sehr weite, fast rundliche Zellen, die an Chloroplasten sehr arm sind und wahrscheinlich als eine Art Wasserzellen funktioniren, beobachtet werden. Ich vermute, dass diese Zellen ursprünglich Schleimzellen waren, deren innere Membranschicht schliesslich verschleimt wurde, und die auf diese Weise dünnwandig geworden sind und in diesem Zustande als wasserspeichernde Organe funktioniren. Gegen die Blattränder zu

wird das Palissadengewebe zweischichtig und seine Zellen sind allerdings schmäler, aber kaum höher als die des Hypoderma.

Das Schwammparenchym besitzt in den dickeren Teilen der Blattspreite eine Höhe von ungefähr 9—11 Zellen und ist verhältnissmässig grosszellig und ebenfalls sehr wasserreich, so dass es nach Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln ein recht eigentümliches, verzerrtes Aussehen zeigt. Die Zellen dieses Gewebes haben eine ziemlich ausgesprochene Neigung, sich in vertikale und horizontale Reihen zu ordnen und sind im Querschnitt (VI, 1, 2) mehr oder weniger rundlich oder in Folge kurzer Ausstülpungen eckig. Von der Fläche gesehen (VI, 3, 4, 5) haben sie einen sehr unregelmässigen Umriss und bilden ein ziemlich wirres netzförmiges Geflecht, dessen Maschen in den verschiedenen Schichten sich bald kreuzen, bald mitten über einander liegen, so dass öfters hohe, aber schmale Luftkammern gebildet werden. In Bezug auf ihre Form im Allgemeinen unterscheiden sie sich wenig von den entsprechenden Zellen bei den im Vorigen abgehandelten Mangrovepflanzen, allein die Unregelmässigkeit in der Form und Grösse der Maschenräume selbst zeugt genügend von der grösseren Unregelmässigkeit in Bezug auf die Ausbuchtungen, welche das Schwammparenchym dieser Zellen auszeichnet, und die sich leichter durch Abbildung als durch Beschreibung veranschaulichen lässt. Wie gewöhnlich sind auch hier die Zwischenräume der Zellen in der obersten, dem Palissadenparenchym angrenzenden Schicht (VI, 3) kleiner, und die Zellen selbst nicht so unregelmässig wie in den folgenden Schichten (VI, 4, 5). Am grössten sind die Maschenräume in denjenigen Schichten, in welchen sich die Gefässbündelanastomosen ausbreiten. Am wenigsten unregelmässig ist die unterste der Epidermis angrenzende Schicht (V, 17), deren Zellen kein netzförmiges Geflecht bilden und keine eigentliche Ausstülpungen besitzen, die aber doch einen ziemlich unregelmässigen Umriss haben und bald als eine mehr zusammenhängende Schicht die untere Epidermis bekleiden, bald ziemlich zerstreut auf die Innenseite derselben verteilt sein können. Auf einer Höhe von etwa 3—4 Zellen von der unteren Oberhaut aus gerechnet und gewöhnlich fast unmittelbar unter den kleineren Gefässbündeln befindet sich eine fast zusammenhängende Reihe von Schwammparenchymzellen, welche eine braune, trübe Flüssigkeit enthalten und in denen Chloroplasten sehr spärlich sind. An Flächenschnitten bilden sie eine zusammenhängende Schicht mit nur kleinen Intercellularen und haben einen mehr rundlichen Umriss ohne irgend welche grössere Ausstülpungen. Aehnliche Zellen finden sich auch im Schwammparenchym von Scolopia und Pemphis. Ausserdem sind Speichertracheiden und Sclereiden keineswegs selten im Schwammparenchym (VI, 4).

Wenn die Blattstiele älter werden, treten an ihnen Lenticellhydathoden auf, sowohl an den Kanten, wie an den Seiten der Blattstiele. Sie erscheinen als kleine, warzenförmige Emergenzen mit einer gelinden Depression auf dem Scheitel und stehen mit den Gefässbündeln nicht in direkter Communication, wie sonst öfters der Fall ist. Diese Einrichtungen (VI, 12) bestehen aus einer wechselnden Anzahl von Reihen aus Korkzellen, mit 7—8 Zellen in jeder Reihe, nebst einer inneren nicht verkorkten Korkcambiumzelle, deren Membran in chemischer Hinsicht mit den Membranen des collenchymatischen Grundgewebes übereinstimmt. Die Reihen der Korkzellen mit der resp. Korkcambiumzelle werden von Reihen aus Collenchymzellen, und zwar 3—4 in jeder Reihe, nach innen zu fortgesetzt. Die letzterwähnten Zellen bilden eine Art Phelloderma, sind im Querschnitt viereckig und unterscheiden sich dadurch von den unter ihnen befindlichen Collenchymzellen, welche nicht reihenweise angeordnet und meistens oval sind, und deren Längsachse in der Richtung der Korkzellreihen liegt. Es scheint desshalb wahrscheinlich, dass irgend eine innere Veränderung im Grundgewebe der Blattstiele der Entstehung dieser Einrichtungen vorausgegangen ist, und dass sie also nicht durch eine äussere Laesion entstanden sind. Ausserhalb des Korkgewebes findet sich eine dunkle Masse aus desorganisirten Zellen. Auch an der Blattspreite, und zwar sowohl an der unteren wie an der oberen Seite, finden sich, obgleich spärlich, derartige Gebilde, die zuerst als kleine Emergenzen sichtbar, schliesslich aber zu wirklichen Höhlen werden, die indessen, so viel ich habe finden können, niemals eine vollständige Perforation der

Blattspreite veranlassen. Ich vermute indessen, dass es in erster Linie die oben beschriebenen eigentümlichen Spaltöffnungen (VI, 11) sind, welche die Beseitigung des überflüssigen Wassers besorgen. In Bezug auf ihre Konstruktion erinnern sie in gewisser Hinsicht an die trichomatischen Hydathoden bei Derris uliginosa (VIII, 7). Denkt man sich nämlich die Leisten der Nebenzellen nach der Art der Ausgangsleisten stark verdickt, so würde ein aus den beiden Leisten der Nebenzellen gebildeter Kanal von der Athemhöhle nach dem kleinem Raume, der unten von diesen Leisten und oben von den beiden Eingangsleisten begrenzt wird, führen, und in gleicher Weise würde ein aus den letzterwähnten Leisten gebildeter Kanal hinaus nach dem Vorhof führen, während in der soeben erwähnten Einrichtung bei Derris ein Kanal von der basalen Zelle nach dem kleinem Raume in der dicken Scheidewand und ein anderer Kanal von diesem Raume nach der oberen Zelle führt. Ich glaube gefunden zu haben, dass die betreffenden Spaltöffnungen besonders an den älteren dickeren Blättern vorkommen.

Auch bei dieser Pflanze sind nämlich Speicherblätter vorhanden, obwohl der Unterschied zwischen diesen und den anderen Blättern nicht so ansehnlich ist wie bei manchen anderen Mangrovepflanzen. Ein Vergleich zwischen Fig. 1 und 2, Taf. VI, von denen erstere den Querschnitt eines oberen und letztere den eines unteren Blattes wiedergiebt, zeigt, dass die ungleiche Dicke dadurch bedingt wird, dass die Zellen des unteren Hypoderma und der oberen Reihe des Palissadenparenchyms sich recht erheblich verlängert haben, wie auch dadurch, dass in den älteren Blättern die Anzahl der Chloroplasten in diesem Gewebe abgenommen hat, so dass das Palissadenparenchym fast den Charakter eines Wassergewebes angenommen.

2. Blätter dorsiventral, mit hypodermoidalem und innerem Wassergewebe versehen.

Aegiceras majus Goerte. (Taf. IV, Fig. 15—31).

Das Material ist bei Singapore von Hj. Möller gesammelt worden. Als ein bei den Mangrovepflanzen recht ungewöhnliches Verhältniss verdient erwähnt zu werden, dass die Blätter auf der unteren Fläche erhaben netzaderig sind. Die Epidermis der oberen Blattfläche hat eine ausserordentlich dicke und vollständig cuticularisirte Aussenwand (IV, 15), die an Querschnitten viel dicker ist als das Lumen der Zellen selbst und ungefähr doppelt höher als die Aussenwand der unteren Epidermis, obwohl auch diese ungewöhnlich dick und ebenfalls vollständig cuticularisirt ist. Die erheblich dünneren Innen- und Zwischenwände sind ebenfalls an beiden Blattflächen vollständig cuticularisirt. Die Epidermiszellen der oberen Blattfläche sind ziemlich klein und im Querschnitt mehr oder weniger rectangulär, an tangentialen Schnitten (IV, 17) ziemlich regelmässig polygonal und bezüglich der Flächenausdehnung grösser als die der unteren Seite (IV, 31), deren Epidermiszellen im Querschnitt etwas niedriger sind. Die Spaltöffnungen sind gross, ziemlich zahlreich und etwas eingesenkt (IV, 28). Die ziemlich grossen Schliesszellen sind ungewöhnlich dickwandig, haben infolgedessen ein kleines Lumen, besitzen keine Ausgangsleisten, aber grosse Eingangsleisten, die an der Basis aufrecht, gegen die Spitze zu klauenförmig nach innen gekrümmt und an der Innenseite etwas unterhalb der Spitze mit einem kurzen Vorsprung versehen sind.

Zwischen der oberen Epidermis und dem Palissadenparenchym befindet sich ein aus 2—3 Schichten bestehendes Hypoderma, welches in verschiedenen Beziehungen von dem sonst bei den Mangrovepflanzen typischen hypodermoidalen Wassergewebe abweicht, so dass es bezweifelt werden kann, ob dies Gewebe wirklich als Wassergewebe oder als Lichtschutz behufs Herabsetzung der Wasserverdunstung dient. Die Zellen des betreffenden Gewebes sind nämlich in hohem Grade dickwandig und mit Plasma und Chloroplasten gefüllt. Sie sind zugleich im Querschnitt (IV, 15) sehr breit und niedrig, abgeplattet, und ihr Lumen von einer aussergewöhnlich unregelmässigen Form. Die collenchymatischen Wände werden schliesslich von Chlorzinkjod gebläut. An Flächenschnitten (IV, 21) sind

diese Zellen ziemlich regelmässig polygonal, haben gewöhnlich eine merkbar grössere Area als die Epidermiszellen und schliessen lückenlos aneinander; nur für die eingesenkten Drüsen sind in derselben Oeffnungen vorhanden. Unter der Epidermis der Unterseite befindet sich ein einreihiges Hypoderma, dessen Zellen ebenfalls dicke collenchymatische Wände haben und im Querschnitt ebenfalls sehr niedrig und breit sind. Von der Oberfläche betrachtet (V, 18) sind diese Zellen polygonal, dicht vereinigt, mit Intercellularen nur über den Spaltöffnungen und den Drüsen versehen, haben aber eine etwas grössere Area als die Epidermiszellen derselben Blattseite.

In Folge der zahlreichen dickwandigen Elemente, die in den Blättern vorhanden sind, und der eigentümlichen Mischung von assimilatorischen, derbwandigen und wasserführenden Zellen, welche die Blätter dieser Pflanze auszeichnet, ist es mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, eine genaue Kenntniss, von der inneren Struktur der Blätter zu erhalten. Einige gut verwendbare Mikrotomschnitte darzustellen scheint fast unmöglich zu sein, wenigstens aus solchen Blättern, die wie mein Material während längerer Zeit in mit Wasser gemischtem Spiritus aufbewahrt waren; und aus freier Hand gemachte Schnitte werden selten völlig befriedigend. Das Bild, welches Fig. 15 darstellt, ist desshalb aus verschiedenen Partien des nämlichen Präparates, die einigermassen deutlich hervortraten, zusammengesetzt worden. Diese Abbildung kann also nicht beanspruchen, in jeder Hinsicht völlig naturgetreu zu sein.

Das Palissadenparenchym besteht aus zwei, oder bisweilen, wenn man so will, aus drei Zellreihen, indem die Zellen der obersten Reihe des Schwammparenchyms die Form von Palissaden mehr oder weniger vollständig annehmen können, obwohl sie bedeutend niedriger sind und dadurch eine mehr ovale Form erhalten (IV, 15). Dies Gewebe hat ungefähr dieselbe Höhe wie das Schwammparenchym oder ist etwas niedriger. Die Palissadenzellen der obersten Reihe sind unter Umständen doppelt höher als die der unteren oder sogar noch höher, und ihre Höhe ist gewöhnlich 2—4 mal grösser als die Weite. Ihre Form zeigt sich an dünnen Querschnitten sehr unregelmässig und weicht von der bei den Mangrovepflanzen gewöhnlichen cylindrischen Form ab. Sie sind nämlich sehr buckelig (IV, 16), weil die Zellwände kurze Ausstülpungen bilden, die sich mit ähnlichen Ausstülpungen der angrenzenden Zellen in Verbindung setzen. Zwischen den Palissadenzellen, und zwar besonders in der unteren Reihe (IV, 20), aber auch in der oberen (IV, 19), finden sich Lufträume, wie am deutlichsten an Flächenschnitten zu sehen ist. An solchen Schnitten bekommen desshalb die Palissadenzellen grosse Aehnlichkeit mit den Zellen des Schwammparenchyms (vgl. Fig, 21, 23, 25). Die in Folge der Lufträume ziemlich lockere Verbindung zwischen den Palissadenzellen macht das Vorhandensein fester Stützpunkte notwendig, und als solche dienen auch die dickwandigen Sclereiden, welche in den beiden Schichten des Palissadenparenchyms auftreten, und welche bald parallel der Längsachse der Palissadenzellen verlaufen, bald diese kreuzen (IV, 19). Soviel ich habe finden können, stützen sich diese Zellen auf den Hartbast der Gefässbündel. Insbesondere in der unteren, aber nicht selten auch in der oberen Reihe des betreffenden Gewebes treten vereinzelte oder Gruppen von reihenweise angeordneten Zellen auf, welche einen wasserreichen, durchscheinenden Inhalt führen und zweifelsohne als wasseraufsammelnde Zellen, welche das Vorhandensein besonderer Stützzellen noch nötiger machen, funktioniren.

Das Schwammparenchym ist in einem bei den Mangrovepflanzen ungewöhnlich hohem Grade dicht, indem die Intercellularräume sehr klein sind. Das Gewebe hat eine Höhe von ungefähr 8—9 Zellen, und diese Zellen sind ziemlich regelmässig in ebenso viele horizontale Reihen angeordnet (IV, 15) und haben, mit Ausnahme der Zellen der obersten Reihe, die im Allgemeinen mehr abgerundet sind, eine im Querschnitt vorwiegend rectanguläre, jedoch in Folge von Vorsprüngen etwas unregelmässige Form. Derartige kleine Ausstülpungen finden sich nicht nur an den Zwischenwänden zwischen den der nämlichen Schicht angehörenden Zellen, sondern treten auch an den unteren und oberen Zellwänden auf, wodurch die Zellen der einen horizontalen Schicht mit den Zellen der nächst oberen und nächst unteren Schicht in Verbindung treten, und zwischen den Zellen der verschiedenen Schichten

kleine Lufträume gebildet werden. An Flächenschnitten haben die Zellen eine von den übrigen Mangrovepflanzen ziemlich abweichende Form. Sie sind nämlich nicht schmal, länglich und bogenförmig gekrümmt, sondern im Allgemeinen fast isodiametrisch und mit kurzen, schmalen Armen versehen (IV, 23). In der obersten Schicht (IV, 21) sind die Zellen grösser und nicht so regelmässig zu einem kleinmaschigen Netzgeflechte angeordnet, und in der untersten Schicht (IV, 26) findet sich keine netzförmige Anordnung der Zellen, denen Ausstülpungen fehlen. In noch höherem Grade als im Palissadengewebe wechseln in diesem Gewebe grüne und ungefärbte Zellen mit einander ab. Letztere oder die Wasserzellen bilden oft zusammenhängende Reihen zwischen den Reihen der chlorophyllführenden Zellen, sie können aber auch vereinzelt oder in kurzen Reihen in den chlorophyllführenden Zellreihen auftreten. Die Wasserzellen (IV, 24) haben an tangentialen Schnitten eine mehr abgerundete Form und sind eigentlich nicht netzförmig angeordnet. Sie sind äusserst zart und dünnwandig, sodass die äusseren Umrisse nur mit grösster Schwierigkeit entdeckt werden können. Speichertracheiden und Sclereiden sind im Schwammparenchym sehr zahlreich (IV, 22). Grosse, kugelrunde Secretzellen treten auch in diesem Gewebe auf (IV, 21). Ihr dunkelbrauner Inhalt ist vermutlich Harz. Bokorny (S. 374) hat ähnliche Secretzellen bei zwei Myrsineen, Arten aus der Gattung Cybianthus, beobachtet.

Zahlreich in der oberen, aber spärlicher in der unteren Blattfläche finden sich kleine, schon mit der Lupe sichtbare Oeffnungen (IV, 17), die sich nach unten in das Hypoderma erstrecken, und zwar sowohl an der oberen (IV, 18) wie an der unteren Fläche (IV, 27). An gelungenen Schnitten (IV, 18) sieht man im Boden der Oeffnungen eine grössere Anzahl kleiner, im Querschnitt schmaler, kranzförmig angeordneter, dünnwandiger und mit einem trüben Inhalte gefüllter Zellen. Diese Zellen scheinen anfangs von einer gemeinsamen Wand, die an der Spitze sehr verdickt und anscheinend verschleimt ist, umgeben zu sein (IV, 30). Mangel an Material — ich habe nämlich nur ein Blatt, das mehrere Jahre in Spiritus aufbewahrt worden, zur Verfügung gehabt, — hat es mir unmöglich gemacht, den eigentümlichen Bau dieser Organe, der eine nähere Untersuchung an frischem Material in loco verdient, genauer zu verfolgen. Den kleinen, an Flächenschnitten durch das Hypoderma hervortretenden, kranzförmig angeordneten Zellen entspricht vermutlich in Fig. 30 die centrale und anscheinend formlose Masse, die am Scheitel eine Einsenkung zeigt, welcher eine dicke Protuberanz von der die ganze Masse umgebenden Wand entspricht. Fig. 29 giebt wahrscheinlich ein späteres Stadium wieder. Hier ist die ganze umliegende Wand aufgelöst, und die kleinen, kranzförmig angeordneten Zellen kommen zum Vorschein. In diesen beiden Figuren findet sich in der Höhle eine trübe Masse, die vermutlich von der Drüse ausgeschieden worden ist. Neben diesen Einrichtungen glaube ich auch Lenticellhydathoden gefunden zu haben, obwohl dieselben an dem wahrscheinlich jungen Blatte, das mir zur Verfügung gestanden, noch nicht ausgebildet waren. Ob Speicherblätter bei dieser Art vorhanden sind, habe ich aus leicht ersichtlichen Gründen nicht entscheiden können. Indessen scheinen die Schutzmittel gegen eine lebhafte Transpiration den hauptsächlichsten Factor in Bezug auf eine allzu grosse Anhäufung von Chloriden auszumachen.

Bruguiera.

Sämmtliche Rhizophora-Arten stimmen, wie schon gezeigt wurde, in Bezug auf die Anatomie der Blätter in allen wesentlichen Punkten mit einander überein. Hingegen finden sich in dieser Beziehung wesentliche Verschiedenheiten bei den drei von mir untersuchten Arten der Gattung Bruguiera, indem nämlich B. gymnorhiza und B. eriopetala ungefähr dieselbe Blattstruktur besitzen, während diese bei B. caryophylloides eine ganz andere ist. Auch gehören diese Arten verschiedenen Untergattungen an, indem die beiden ersteren zu der Unterg. Mangium, letztere zu der Unterg. Kanidia gerechnet werden. Bei den beiden erstgenannten Arten sind es einige der oberen horizontalen Schichten des Schwammparenchyms, die zu einem Wassergewebe entwickelt werden (II, 6, 18), bei der letzteren aber (III, 2) erstreckt sich das Wassergewebe von der unteren Epidermis bis an das Palissadengewebe hinauf

und wird von transpiratorischem Schwammparenchym umgeben. In Folge dieser Verschiedenheit werden im ersteren Falle die Speicherblätter im Verhältniss zu den oberen Blättern der Sprossachse ausserordentlich dick (vgl. Fig. 18 und 19); im letzteren Falle aber wird der Unterschied in dieser Beziehung ziemlich gering. Die Eingangsleisten der Schliesszellen der Spaltöffnungen bei B. eriopetala und B. gymnorhiza sind an der Spitze in zwei Spitzen geteilt (II, 10 und 16) und die Ausgangsleisten sind in eine Spitze ausgezogen, allein bei B. caryophylloides (III, 3) sind erstere ungeteilt und letztere stumpf.

Wenn aber diese drei Arten mit den Rhizophora-Arten verglichen werden, so finden wir, dass sie in verschiedenen Punkten mit einander übereinstimmen. So ist die Epidermis sehr kleinzellig und dickwandig, die Palissadenzellen sind hoch, schmal und septirt, die Form und Anordnung der Schwammparenchymzellen ist die nämliche, und an der unteren Seite der Blätter sind bei Allen zahlreiche Lenticellhydathoden vorhanden. Hingegen weichen die Bruguiera-Arten insofern ab, als das Hypoderma in beiden Blattflächen einschichtig ist, ihm die braune Flüssigkeit fehlt, und seine Zellen sich nicht verlängern können, statt dessen aber bestimmte Partien des Schwammparenchyms in ein Wassergewebe verwandelt werden.

Bruguiera gymnorhiza Lam. (II, 6—15).

Das Material ist von Hj. Möller bei Serangoon unweit Singapore gesammelt worden. Die Epidermis der oberen Blattfläche (Fig. 6) hat eine sehr dicke und wie die Zwischenwände vollständig cuticularisirte Aussenwand und eine ziemlich dicke, fast collenchymatische Innenwand. Ihre Zellen sind im Querschnitt quadratisch oder rectangulär, bisweilen viel höher als breit und merkbar höher als die der unteren Fläche und mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt. An Flächenschnitten (Fig. 7) sind sie polygonal und haben eine grössere Area als die unteren Epidermiszellen (Fig. 9), obwohl diese kaum mehr als $1^1/_2$—3 mal grösser ist als der Umfang einer Palissadenzelle (Fig. 8). Unter der Oberhaut der oberen Seite des Blattes befindet sich ein einschichtiges Hypoderma, dessen Zellen im Querschnitte rectangulär und bedeutend höher als die Epidermiszellen sind, an Flächenschnitten polygonal und meistens vielfach grösser als die Epidermiszellen (II, 7). Die Wände dieser Hypodermazellen sind sehr dick und etwas collenchymatisch. Krystalldrusen sind in diesen Zellen nicht selten. Die Aussenwand der Oberhaut der unteren Blattfläche ist merkbar dünner, jedoch vollständig cuticularisirt, wie es auch mit den Zwischenwänden der Fall ist. Die Zellen sind auch mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt. Auch in der unteren Blattfläche befindet sich ein einschichtiges Hypoderma, dessen Zellen an Flächenschnitten ebenfalls polygonal, aber dünnwandiger sind und geringere Flächenausdehnung besitzen als die Hypodermazellen der oberen Seite, obwohl sie etwas grösser sind als die Epidermiszellen der unteren Fläche. In dieser Schicht finden sich keine anderen Zwischenräume als die mitten über den Spaltöffnungen vorhandenen. Vereinzelte Krystalldrusen treten ebenfalls in den Zellen dieser Schicht auf. Derartige Zellen sind immer kleiner als die anderen Hypodermazellen. Die Spaltöffnungen, die ziemlich zerstreut liegen, haben einen rundlichen — ovalen Umriss (II, 9), und werden von einem Kreise abgeplatteter Nebenzellen umgeben. Die Schliesszellen sind etwas unter das Niveau der Epidermis eingesenkt (II, 10) und mit zwei dicken, nur an der Spitze eingebogenen, aber sonst aufrechten Eingangsleisten, die ungefähr auf der gleichen Höhe wie die Aussenwand der Epidermiszellen stehen, versehen. Diese Cuticularleisten sind an der Spitze durch einen tiefen Einschnitt in zwei Vorsprünge, einen oberen und einen unteren, geteilt, und zwar ist der erstere in eine schnabelförmige Spitze ausgezogen, wodurch er an den Kopf eines Vogels erinnert, während der untere kurz, dick und stumpf ist. Durch diese Form der Eingangsleisten wird der Vorhof in zwei Räume geteilt, von denen der äussere und kleinere von den beiden Paaren der von den Eingangsleisten ausgehenden Vorsprünge begrenzt wird. Die Basis der Schliesszellen wird von den Nebenzellen, von denen die Ausgangsleisten ausgehen, umfasst.

Das Palissadenparenchym (II, 6), das in den älteren Blättern ungefähr ein Drittel der Höhe des Mesophylls einnimmt, besteht aus einer einfachen Schicht dicht an einander stehender, im Querschnitt (II, 8) rundlicher oder etwas ovaler, meistens durch eine oder mehrere Zwischenwände septirter, dünnwandiger Zellen, deren Höhe 8—10 mal grösser ist als die Weite. Die Zellen dieses Gewebes sind wasserreich und verhältnissmässig arm an Chloroplasten und führen Gerbstoffvacuolen, neben denen vereinzelte dieser Zellen eine Krystalldruse enthalten. In den jüngeren Blättern nimmt das Palissadengewebe kaum mehr als $^1/_4$ der Höhe des Mesophylls ein.

Das Schwammparenchym zeigt in den älteren Blättern eine sehr bemerkenswerthe Verschiedenheit im Vergleich mit dem entsprechenden Gewebe der jüngeren Blätter. Allerdings hat dies Gewebe in beiden Arten von Blättern ungefähr dieselbe Höhe, wenn diese nach der Anzahl von Zellen, die sich entlang einer von der inneren Grenze des unteren Hypoderma bis an die untere Grenze des Palissadenparenchyms gezogenen Geraden befinden, berechnet wird, in welchem Falle die Anzahl der Zellen in beiden 13—14 ist. Allein in den jüngeren Blättern ist dies Gewebe mehr homogen, und seine Zellen haben die für die Mangrovepflanzen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, typische Form, indem sie an Flächenschnitten mehr oder weniger länglich, bogenförmig gekrümmt und an einem oder beiden Enden mit kurzen breiten Vorsprüngen versehen und in netzförmige Geflechte angeordnet sind, die einander bald kreuzen, bald mitten über einander liegen, in welchem letzteren Falle Luftkammern entstehen, die nicht selten ziemlich hoch werden, indem sie sich durch 7—8 Schichten nach oben erstrecken können. Diese Blätter haben eine grosse Aehnlichkeit mit den jüngeren Blättern von B. eriopetala (II, 19).

Die älteren Blätter werden mehr als doppelt dicker (II, 6), als die zuletzt beschriebenen. Die grössere Höhe beruht nicht allein auf der grösseren Dicke des Schwammparenchyms, sondern auch auf der beträchtlich grösseren Höhe der Palissadenzellen. Auch bei den Speicherblättern von Rhizophora mucronata sind die Palissadenzellen merkbar höher, obwohl der Unterschied lange nicht so erheblich ist wie bei dieser und in noch höherem Grade bei der nächstfolgenden Art. Was das Schwammparenchym betrifft, so sind dessen Zellen in den 3—5 obersten Schichten, von der Fläche gesehen (II, 15), ziemlich kurz und breit und gewöhnlich mit kürzeren Ausstülpungen versehen, wodurch die Anzahl der Intercellularen etwas reducirt wird. Oft werden in diesen Schichten Luftkammern, die sich bis an das Palissadengewebe erstrecken können, gebildet. Die kleineren Gefässbündel verlaufen in diesem Teile des Schwammparenchyms, das offenbar eine transpiratorische Aufgabe hat. Dies ist auch der Fall mit den 4—5 untersten Schichten des betreffenden Gewebes (II, 6). In diesen Schichten sind die Intercellularräume in Folge der Form der Zellen (II, 13) am grössten und nehmen gegen die untere Epidermis zu an Grösse ab, so dass sie in der nächst untersten Schicht (II, 12) ziemlich klein und in der untersten, dem Hypoderma angrenzenden Schicht (II, 11) nur mitten über den Spaltöffnungen vorhanden sind. Die Zellen der 3—4 zwischen den soeben beschriebenen obersten, dem Palissadengewebe angrenzenden und den untersten Schichten befindlichen Reihen (II, 6) weichen nicht nur durch ihren Inhalt und ihre Grösse, sondern auch durch ihre Form höchst erheblich von den Zellen der erwähnten Schichten ab. Sie enthalten nämlich fast ausschliesslich Wasser und ein spärliches Plasma, wesshalb sie auch bei Zusatz von wasserentziehenden Reagentien erheblich schrumpfen und deformirt werden. Sie sind auch beträchtlich grösser als die übrigen Schwammparenchymzellen und an Querschnitten durch das Blatt sehr hoch, nicht selten palissadenförmig und etwa doppelt so hoch als breit. An tangentialen Schnitten aber (II, 14) haben sie eine ganz andere Form als gewöhnliche Palissadenzellen, indem sie einen sehr grossen Umriss, der nicht rundlich oder polygonal, sondern sehr unregelmässig und ausgebuchtet ist, besitzen, in welcher Beziehung sie sich den eigentlichen Schwammparenchymzellen nähern, obschon die Intercellularräume viel weniger und kleiner sind. Es ist nun ein bemerkenswertes Verhältniss, dass in den Speicherblättern die Zellen des Wassergewebes, ob es nun, wie bei den Rhizophora-Arten,

hypodermatisch oder, wie bei der jetzt abgehandelten Gattung, ein inneres ist, und die Blätter dann dorsiventral oder wie bei manchen der im Folgenden zu behandelnden Gattungen sogar isolateral sind, immer das Bestreben zeigen, Palissadenform anzunehmen, was vermutlich darauf beruht, dass es den Zellen leichter ist, in einer gegen die Blattfläche vertikalen Richtung zu wachsen. Auch bei dieser Pflanze treten an den Gefässbündelendigungen Speichertracheiden und Sclereiden auf (II, 15), und Krystalldrusen sind auch in den Zellen des Schwammparenchyms häufig.

An der unteren Blattfläche finden sich zahlreiche, dem unbewaffneten Auge sichtbare weisse Flecke, die besonders an den jüngeren Blättern stellenweise so zahlreich sein können, dass sie fast einander berühren. Mit ihnen gemischt finden sich andere, mehr oder weniger dunkelbraune, punktförmige Emergenzen, von denen einige, vermutlich die älteren, am Scheitel etwas eingedrückt sind. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die kleinen Löcher, die an älteren Blättern vorhanden sind, von diesen Gebilden herrühren, und dass sie eine Art Lenticellhydathoden, in ihrem Baue denjenigen der Rhizophora-Arten ähnlich, darstellen. Die weissen Punkte rühren von Gruppen aus kleinen, dicht vereinigten, an Querschnitten gewöhnlich länglichen Zellen her, die mit einem trüben Inhalt gefüllt sind, in dem kleine nadelförmige Krystalle, anscheinend zu kleinen Bällen vereinigt, sich befinden. Die ganze Gruppe wird von einer Schicht kleinerer, ebenfalls dicht vereinigter Zellen mit demselben Inhalt wie die inneren Zellen umgeben. Diese eigentümlichen Zellgruppen liegen bald unmittelbar an der unteren Epidermis, sind dann halbkugelig und werden von der völlig unbeschädigten Epidermis bedeckt; bald befinden sie sich innerhalb des Schwammparenchyms und sind dann kugelig. Diese letzteren stehen, wenigstens oft und wahrscheinlich immer, in direkter Verbindung mit einem Gefässbündel, das, wie ich sogar an Querschnitten durch die Blattspreite gesehen habe, in horizontaler Richtung sich einer solchen Zellgruppe anlegt. Durch weiteres Wachstum erheben sich diese Gruppen über die Oberfläche und die Desorganisation beginnt an der Spitze.

Bruguiera eriopetala Wight & Arn. (Taf. II, Fig. 16—19).

In ihrem Blattbau stimmt diese Art wesentlich mit der vorigen überein. Auch bei dieser enthält die Epidermis der beiden Blattflächen eine braune Flüssigkeit, während das Hypoderma der beiden Blattflächen ungefärbt ist. Die Spaltöffnungen (II, 16) haben einen etwas abweichenden Bau, indem die Eingangsleisten der vorigen Art längere und spitzere Vorsprünge besitzen und die beiden Ausgangsleisten von den Schliesszellen schärfer getrennt sind. In den Speicherblättern sind die Palissadenzellen weit mehr als doppelt so hoch wie in den jüngeren Blättern (vgl. Fig. 18 und 19) und nehmen beträchtlich mehr als den dritten Teil der Höhe des Mesophylls ein, wobei das innere Wassergewebe sich nach oben bis an das Palissadenparenchym erstreckt und infolgedessen das transpiratorische Schwammparenchym nur in der unteren Blattseite entwickelt wird. Auch die Speicherblätter werden bei dieser Art dicker als bei der vorigen. Die Lenticellhydathoden stimmen mit denen der vorigen Art überein (II, 17).

Bruguiera caryophylloides Blume. (Taf. III, Fig. 1—3).

Die wesentlichen Verschiedenheiten, wodurch sich diese Art von den beiden vorigen unterscheidet, sind schon vorher angeführt worden. Die helle grüne Farbe, welche die Blätter auszeichnet, dürfte wahrscheinlich darauf beruhen, dass der braune Farbstoff sowohl in derEpidermis wie im Hypoderma fehlt. Die älteren Blätter sind auch bedeutend dünner als bei den vorigen Arten und nicht erheblich dicker als die jüngeren Blätter derselben Species (III, 1). Auch in den jüngeren Blättern kann, besonders unterhalb der grösseren sekundären Gefässbündel, das Schwammparenchym in ein Wassergewebe verwandelt werden, doch ist dies in noch höherem Grade der Fall in den älteren Blättern, in denen diese Gruppen aus Wassergewebe so gross werden können, dass die Blattspreite selber an solchen

Stellen erheblich dicker wird, wobei sogar kleinere Gefässbündel in dem Wassergewebe auftreten können (III, 2). Unter den kleinsten Gefässbündeln können sogar kleine Gruppen aus Wassergewebeelementen, die in vertikaler Richtung gestreckt, aber in einer einzigen Reihe angeordnet sind, angetroffen werden. Einige so ausgeprägte Speicherblätter wie bei den beiden vorigen Arten dürften indessen bei dieser nicht vorhanden sein. Speichertracheiden und Sclereiden sind auch im Schwammparenchym zahlreich, ebenso Lenticellhydathoden, die mit denen der beiden anderen Arten übereinstimmen.

3. Blätter isolateral, aber ohne Spaltöffnungen an der oberen Blattfläche und mit transpiratorischem Schwammparenchym.

Scolopia sp. (Taf. VI, Fig. 13—25).

Das Material ist von Hjalmar Möller bei Kranje unweit Singapore gesammelt worden. Unter sämmtlichen von Möller heimgebrachten und mit den typischen Mangrovepflanzen zusammen angetroffenen Halophyten giebt es kaum eine andere, deren Blätter in höherem Grade von denen der Mangrovepflanzen abweichen wie diese. Nicht nur die dünnen, beiderseits erhaben netzaderigen Blätter und die zu gleicher Zeit im Verhältniss zum Mesophyll stark entwickelten Gefässbündel und die grossen Gefässe, sondern auch das fast konstante Fehlen eines Hypoderma und die verhältnissmässig niedrigen Palissadenzellen, sind Charaktere, durch welche diese Pflanze sich von den echten Mangrovepflanzen unterscheidet. Andererseits zeigt aber diese Pflanze auch verschiedene Eigentümlichkeiten, welche den Mangroven und Halophyten überhaupt gemeinsam sind.

Die ziemlich kleinen Epidermiszellen haben besonders an der oberen Seite eine dicke und ebenso wie die Zwischenwände völlig cuticularisirte Aussenwand. Die Innenwände hingegen bestehen aus unveränderter Cellulose, abgesehen von denjenigen Zellen, die, sei es an der oberen oder an der unteren Seite, die Gefässbündel bedecken. Im Querschnitt (Fig. 13) sind diese Zellen an der oberen Seite rectangulär oder fast quadratisch und gewöhnlich etwas höher und breiter als an der unteren, deren Zellen fast dieselbe Querschnittsform besitzen. An Flächenschnitten sind sie an beiden Seiten mehr oder weniger viereckig oder polygonal, ihre Area ist aber an der oberen Seite (Fig. 14) merkbar grösser als an der unteren (Fig. 23). Die Spaltöffnungen sind ziemlich zahlreich, aber sehr klein, und liegen in demselben Niveau wie die Epidermis (Fig. 24). Die Schliesszellen sind ausserordentlich dickwandig, so dass ihr Lumen kaum sichtbar ist und eine schmale, etwas bogenförmig gekrümmte Spalte bildet. In dieser Beziehung erinnern sie an die Spaltöffnungen bei Carapa obovata (III, 23), obwohl diese lange nicht so dickwandig sind. Die Schliesszellen besitzen dicke und spitze, etwas gekrümmte und gerade nach vorn gerichtete Eingangsleisten, aber keine Ausgangsleisten. Eigentümlicherweise befindet sich unter den Schliesszellen je eine dünnwandige Zelle, welche die untere Seite der Schliesszellen völlig bedeckt und den Eindruck macht, aus derselben Initiale wie die entsprechende Schliesszelle entstanden zu sein, so zwar, dass sich jede Initiale in eine obere, die künftige Schliesszelle, und eine untere, die Nebenzelle, geteilt hat. Die ausserordentliche Dicke der Wände der Schliesszellen scheint sie fast unwegsam zu machen. Vielleicht sind es hier die Nebenzellen, welche das Oeffnen und Schliessen der Spaltöffnungen bewerkstelligen.

Nur über den grössten Gefässbündeln findet sich in der oberen Seite ein einschichtiges Hypoderma, das sich beiderseits eine kurze Strecke über diese hinaus erstrecken kann (Fig. 13).

Das obere Palissadenparenchym nimmt ungefähr $^1/_2$—$^1/_3$ der Höhe des Mesophylls ein und besteht aus 2—3 Zellschichten. Die Zellen der oberen Schicht sind etwa 3—5 mal höher als weit, gewöhnlich nur einmal septirt, grenzen lückenlos aneinander und haben an Flächenschnitten (Fig. 14) einen gewöhnlich polygonalen oder rundlichen Umriss, der 3—4 mal kleiner ist als die Area einer Epidermiszelle. Die Palissadenzellen in der nächst unteren Schicht sind nicht erheblich höher als weit,

an Flächenschnitten fast rund und durch nicht selten recht grosse Zwischenräume mehr oder weniger von einander getrennt (Fig. 15). Sie sind auch bedeutend ärmer an Chloroplasten wie die Zellen der obersten Schicht, und die meisten von diesen Zellen machen fast den Eindruck, in erster Linie als wasserspeichernde Zellen zu funktioniren. Vereinzelte Sclereiden treten in dieser Schicht auf und scheinen immer in der Längsrichtung des Blattes in die Länge gestreckt zu sein. Wenn eine dritte Palissadenschicht vorhanden ist, so sind dessen Zellen höher und schmäler, reich an Chloroplasten und stehen im Allgemeinen dichter beisammen (Fig. 16) wie die Palissadenzellen der zweiten Reihe. Das Palissadengewebe in der unteren Fläche besteht aus 1—2 Schichten. Die Zellen der äusseren Schicht sind höher und etwas dichter mit einander vereinigt, sodass Zwischenräume nur mitten über den Spaltöffnungen vorhanden sind (Fig. 17). Wenn eine innere Reihe aus Palissadenzellen in der unteren Blattfläche auftritt, sind die Zwischenräume zwischen den Zellen zahlreicher (Fig. 18). An Flächenschnitten sind die Zellen rundlich und haben in beiden Schichten ungefähr den nämlichen Umfang.

Das zwischen dem Palissadengewebe der beiden Blattflächen befindliche, niedrige und relativ grosszellige Schwammparenchym scheint hauptsächlich als Wassergewebe zu funktioniren. Bei der der gewöhnlichen Paraffineinbettung vorangehenden Behandlung schrumpfen nämlich dessen Zellen und werden in hohem Grade deformirt. Untersucht man hingegen ein aus freier Hand geschnittenes und mit wasserentziehenden Mitteln nicht behandeltes Präparat, so findet man, dass dies Gewebe aus zwei verschiedenen Elementen, von denen bald das eine, bald das andere in verschiedenen Partien des Blattes domininen kann, zusammengesetzt ist, und zwar teils aus kleineren, chloroplastenreichen und im Querschnitt rundlichen oder mehr weniger palissadenförmigen Zellen, teils aus grösseren Zellen, die an Querschnitten rund oder oval und mit einem braunen, fast körnerfreien Inhalt gefüllt sind (Fig. 13). Es sind die letzteren Zellen, die wahrscheinlich als Wasserzellen funktioniren. An Flächenschnitten sind sie netzförmig angeordnet, und haben einen sehr unregelmässigen Umriss (Fig 21, 22), indem sie länglich bogenförmig gekrümmt und mit kurzen Ausstülpungen, die eben so breit sind wie die Zelle selbst, versehen sind, kurz, sie besitzen die für die meisten Mangrovepflanzen typische Form. Es ist ein sehr ungewöhliches Verhältniss, dass die Schwammparenchymzellen, wenn sie als wasserspeichernde Zellen funktioniren, diese Form annehmen, denn in gewöhnlichen Fällen werden sie unter solchen Umständen mehr abgerundet und haben fast gar keine Ausstülpungen, während die transpiratorischen Zellen dieses Gewebes, wenn, wie bei Aegiceras und Bruguiera, diese beiden Arten von Zellen in einem und demselben Gewebe auftreten, in der Form mehr unregelmässig und mit Ausstülpungen versehen sind. Die unmittelbar unter dem Palissadengewebe befindliche Schicht besteht oft aus derartigen Wasserzellen, die an Flächenschnitten (Fig. 19) eine regelmässigere, längliche Form und keine Ausstülpungen besitzen. Oft können mehrere Schichten von Wasserzellen auf einander liegen, in welchem Falle die netzförmigen Geflechte entweder einander kreuzen oder Luftkammern bilden. Nicht immer besteht eine Schicht aus gleichartigen Zellen, sondern eine bestimmte Partie einer Schicht kann aus Wasserzellen, eine andere aus transpiratorischen Zellen bestehen (Fig. 20). Letztere bilden ebenfalls ein netzförmiges Geflecht, das, weil den Zellen Ausstülpungen fehlen, in der Weise zustande kommt, dass die Zellen sich kranzförmig gruppiren, und zwar stehen sie zu 6—8 in jedem Kranze um eine Luftkammer, die einen regelmässigeren, rundlichen Umriss hat, während die zwischen den Wasserzellen befindlichen Lufträume eine unregelmässige und mehr längliche Form besitzen. Nicht selten kann eine solche Luftkammer an der einen Seite von wasserspeichernden, an der anderen von transpiratorischen Zellen begrenzt werden. Ebenso ist es nicht selten, dass Schichten aus verschiedenen Zellen mit einander abwechseln; allein im Ganzen ist das Wassergewebe hauptsächlich in die untere Blattfläche und um die kleineren Gefässbündel verlegt.

Speicherblätter konnten bei dieser Pflanze nicht aufgefunden werden, und ebensowenig an der Blattspreite irgend welche Einrichtungen, die als wasserausscheidende Organe gedeutet werden könnten.

Dagegen findet sich an den beiden Kanten der Blattstiele unmittelbar unter der Blattspreite je eine rundliche, warzenförmige Emergenz, die eine Lenticellhydathode ist. An Querschnitten durch ein derartiges Gebilde (Fig. 25) findet man nämlich in den äussersten Teilen eine dunkle, desorganisirte Masse, Reste von abgestorbenen Zellen, und innerhalb dieser ein Gefässbündel, das sich in horizontaler Richtung gegen diese Masse erstreckt. Zwischen dem ausgebildeten Gefässbündel und dieser Masse findet sich ein jüngeres Gewebe von zarten, radiär angeordneten Zellen, eine Art epithematisches Gewebe, das wahrscheinlich dazu dient, das aus dem Gefässbündel aufgenommene, überflüssige Wasser zu entfernen.

Anona palustris L. (Taf. VII, Fig. 2—11).

Das Material stammt aus St. Thomas in Westindien und ist mir gütigst von Börgesen in Kopenhagen mitgeteilt worden. Dieser Verfasser giebt an, dass das betreffende Bäumchen in der grossen Lagune an der Südostküste jener Insel wächst, und zwar in unmittelbarer Nähe von Avicennia nitida und Laguncularia racèmosa, und ist, wie auch mehrere andere dänische Botaniker, geneigt, diese Pflanze zu den Mangrovepflanzen zu rechnen.

Die Epidermis der beiden Blattflächen besitzt eine relativ dünne Aussenwand, die an der unteren Seite dünner und, abgesehen von der innersten Schicht oder der Celluloselamelle, cuticularisirt ist. Zwischenwände und Innenwände bestehen aus unveränderter Cellulose. Die Epidermiszellen der oberen Fläche sind im Querschnitt, (Fig. 2) höher und meistens auch etwas breiter als an der unteren Seite. An Flächenschnitten (Fig. 3) haben erstere einen viel grösseren und in Folge der meistens etwas gekrümmten Zwischenwände einen unregelmässigeren Umriss als die Epidermiszellen der unteren Fläche (Fig. 8). In jeder Epidermiszelle der beiden Flächen findet sich eine kleine Krystalldruse. Die Spaltöffnungen, die auch hier auf die untere Blattfläche beschränkt sind, sind ziemlich tief eingesenkt, indem die sehr hohen Nebenzellen sich über die kleinen Schliesszellen erheben (Fig. 11). Letztere scheinen fast an der Innenseite der Nebenzellen, die nicht nur weit über sie hinaufragen, sondern sich auch noch tiefer unter sie erstrecken, aufgehängt zu sein. Die Schliesszellen zeichnen sich auch bei dieser Pflanze durch ihre ungewöhnliche Dickwandigkeit aus, sodass ihr Lumen sehr klein wird und sich im oberen Teile der Wandmasse befindet. Die Eingangsleisten sind ziemlich gross, aufrecht, aber an der Spitze klauenförmig nach innen gebogen. Die Ausgangsleisten sind ebenfalls ziemlich stark. Unter der oberen Epidermis findet sich ein einschichtiges Hypoderma, dessen Zellen einen wasserhellen Inhalt führen und ungewöhnlicherweise undulirte Zwischenwände (Fig. 4), die wie die übrigen Wände von Chlorzinkjod gebläut werden, haben. An Querschnitten (Fig. 2) sind diese Zellen erheblich höher und breiter als die Epidermiszellen der oberen Fläche, wie sie auch an Flächenschnitten einen bedeutend grösseren Umfang als diese haben. Auch in diesen Zellen finden sich kleine Krystalldrusen.

Das Palissadengewebe der oberen Blattseite ist ungefähr ebenso hoch oder sogar noch etwas höher als das ganze übrige Mesophyll (das untere Palissadengewebe dabei mitgerechnet). Es besteht aus einer oder zwei Schichten, von denen die obere etwa 3mal höher ist als die untere. Die Zellen der oberen Reihe stehen sehr dicht beisammen, so dass sie an Flächenschnitten (Fig. 4) polygonal, an Querschnitten durch das Blatt cylindrisch und hoch, und zwar ungefähr 8—9mal höher als weit sind. Die Zellen der unteren Reihe sind dagegen etwas weiter als die der oberen, allein zu gleicher Zeit niedrig, so dass die Höhe kaum doppelt grösser ist als die Weite. Börgesen (S. 50) giebt an, dass die Blätter dieser Pflanze meistens ein einschichtiges Palissadenparenchym in der oberen Seite besitzen, wie auch, dass die Blätter dorsiventral sind, und dies, obgleich die von ihm gegebene Abbildung einen teilweise isolateralen Bau bezeugt. Das einzige Blatt, das ich zur Untersuchung gehabt habe, zeigte auf allen den zahlreichen Querschnitten, die ich untersuchte, eine Reihe Palissadenzellen in der unteren Blattseite.

In den oberen Schichten des Schwammparenchyms und dem Palissadengewebe unmittelbar angrenzend findet man die grossen ovalen Secretzellen, die den Anonaceen eigen sind. Das Schwammparenchym besitzt nur eine Höhe von 4—5 Zellen. Seine Zellen haben die bei fast allen diesen Pflanzen vorkommende Form, sind aber breit und zwar am meisten in der obersten Schicht (Fig. 5); aber auch in den darauf folgenden Schichten (Fig. 6) sind die Zellen breit, so dass die Lufträume ziemlich klein werden. Wenn diese bisweilen in mehreren Schichten über einander liegen, entstehen Luftkammern, die jedoch in Anbetracht der geringen Mächtigkeit des Schwammparenchyms niedrig werden. Das einreihige Palissadenparenchym der unteren Blattfläche, falls ein solches vorhanden ist, besteht aus niedrigen, weiten, aufrechtstehenden Zellen, die an Flächenschnitten (Fig. 7) einen sowohl in der Grösse als in der Form wechselnden Umfang, der nur selten Ausstülpungen zeigt, besitzen. Wenn dies bisweilen der Fall ist, wie bei vereinzelten Zellen der soeben angeführten Figur, so ist es vielleicht eine Schwammparenchymzelle, die sich von einer überlagernden Schicht zwischen die Palissadenzellen hineingeschoben hat. Im Schwammparenchym treten grosse, dünnwandige Speichertracheiden auf. Es ist wenig wahrscheinlich, dass bei dieser Pflanze Speicherblätter vorkommen, da nur eine Schicht von Wassergewebe vorhanden ist, und die Mesophyllzellen anscheinend keine Neigung haben, sich zu besonderen Organen für Wasserspeicherung zu entwickeln. Hingegen findet sich an der unteren Blattfläche, und zwar in beträchtlicher Anzahl, eine Einrichtung, die vielleicht als Organ für Wasserausscheidung funktioniren könnte. An tangentialen Schnitten durch die Unterseite des Blattes erblickt man nämlich (Fig. 9) paarweise gruppirte Zellen, die zusammen einer Spaltöffnung ähneln, die aber durch eine starke, gegen die beiden Enden zu verdickte Wandung, deren Masse etwas locker zu sein scheint, von einander getrennt werden. Auf Querschnitten (Fig. 10) wird die Aehnlichkeit mit Spaltöffnungen noch grösser, indem unter den betreffenden Zellen eine Athemhöhle vorhanden ist, und die Zellen sehr dickwandig sind, aber Cuticularleisten, die den bei den Spaltöffnungen vorhandenen entsprechen könnten, fehlen. Auf ihrer Unterseite findet sich indessen ein Vorsprung. Die dicke Zwischenwand hat in der Mitte eine dunklere Partie, die vermutlich auf einer Auflockerung der Wandsubstanz beruht. Diese Partie tritt mehr oder weniger scharf hervor, und macht bisweilen den Eindruck einer Spalte. Diese Einrichtungen scheinen sich also in verschiedenen Entwickelungsstadien zu befinden. Einzelne Lenticellhydathoden sind auch beobachtet worden. Das in diesen vorhandene Zellgewebe war schon zerstört, allein die dies Gewebe bedeckende Epidermis mit den zugehörigen Spaltöffnungen war noch unbeschädigt.

Excoecaria Agallocha L. (Taf. VII, Fig. 12—24).

Das Material ist bei Kranje in der Nähe von Singapore von Hjalmar Möller gesammelt worden. Die Oberhaut der beiden Blattflächen hat eine ziemlich dicke Aussenwand, deren Cuticula sehr dünn ist, und deren innere Schichten wie auch die Zwischen- und Innenwände, von denen letztere etwas collenchymatisch sind, aus unveränderter Cellulose bestehen. Die Zellen der oberen Epidermis sind im Querschnitt rectangulär (Fig. 12), an Flächenschnitten aussergewöhnlich gross und haben schwach undulirte Zwischenwände (Fig. 15). Auch die Epidermiszellen der unteren Blattfläche (Fig. 21) haben undulirte Zwischenwände, aber einen bedeutend kleineren Umfang als die der oberen. Sowohl die Grösse der Zellen als der wellenförmige Umriss der Membranen sind Charaktere, die den mehr typischen Mangrovepflanzen fremd sind. Auch die Spaltöffnungen, die auf die untere Blattfläche beschränkt sind, weichen in verschiedenen Hinsichten ab. Sie haben einen ovalen Umriss (Fig. 21) und befinden sich sogar etwas oberhalb der Oberfläche der Epidermis. Die Schliesszellen (Fig. 22) sind ausserordentlich klein und dickwandig, und werden von zwei grossen Nebenzellen, an deren obere Partie sie befestigt sind, umgeben. Die Eingangsleisten sind ziemlich dick, aufrecht und klauenförmig gekrümmt, aber Ausgangsleisten fehlen. Die beiden Nebenzellen erweitern sich stark nach innen zu

unter den Schliesszellen und nähern sich einander, sodass sie auf diese Weise eine schmälere Spalte bilden, durch welche der Hinterhof mit der Athemhöhle in Verbindung steht. In der oberen Blattfläche befindet sich ein einschichtiges, ziemlich dickwandiges Hypoderma, dessen Zellen im Querschnitt (Fig. 12) merkbar höher als die Epidermiszellen und rectangulär oder fast quadratisch sind. An Flächenschnitten (Fig. 15) sind sie polygonal und gewöhnlich etwas grösser als die Epidermiszellen. Intercellularräume fehlen vollständig in dieser Schicht, und die Zellwände bestehen aus unveränderter Cellulose und quellen stark bei Behandlung mit Chlorzinkjod.

Das im Verhältniss zur Grösse des Blattes grosszellige und dünnwandige Mesophyll besteht im oberen Teile aus einem zweireihigen und an der unteren Seite aus einem einreihigen Palissadenparenchym. Das obere Palissadengewebe ist merkbar höher als das ganze übrige Mesophyll, und die Zellen in dessen oberen Reihe sind ungefähr 2—3 mal höher als die der unteren Reihe, wobei ihre Höhe etwa 6—7 mal grösser ist als die Weite. An Flächenschnitten (Fig. 16) schliessen sie fast lückenlos dicht zusammen. In dieser Schicht finden sich zwischen den assimilatorischen Zellen grosse, wasserreiche Schleimzellen nebst dickwandigen Sclereiden (Fig. 14, 16), wie es bei den Rhizophora-Arten und anderen Mangrovepflanzen der Fall ist. Ausserdem treten in derselben Schicht Milchsaftgefässe auf (Fig. 13, 16), die sowohl in vertikaler wie in horizontaler Richtung zwischen die Palissadenzellen vordringen. Die Palissadenzellen der unteren Reihe sind gewöhnlich 2—3 mal höher als weit (Fig. 12), aber bisweilen auch ebenso weit als hoch. An Flächenschnitten (Fig. 17) haben sie einen mehr oder weniger rundlichen Umriss und sind nicht besonders dicht vereinigt. Auch in dieser Schicht breiten sich Milchsaftgefässe aus. Das Palissadengewebe der unteren Blattfläche besteht, wie schon hervorgehoben, nur aus einer Reihe, und seine Zellen stimmen im Allgemeinen mit den Palissadenzellen der unteren Reihe in der oberen Blattfläche überein, sind aber dichter vereinigt, sodass keine grösseren Zwischenräume zwischen ihnen, ausser mitten über den Spaltöffnungen, vorhanden sind (Fig. 20). Auch zwischen diesen Zellen finden sich Milchsaftgefässe.

Das Schwammparenchym hat an Querschnitten (Fig. 12) meistenteils eine Höhe von 6—7 Zellen, und seine Zellen sind sowohl in vertikalen wie in horizontalen Reihen angeordnet, und abgesehen von der untersten Reihe, deren Zellen gewöhnlich etwas kleiner sind, in sämmtlichen Reihen ungefähr gleich gross. An Flächenschnitten haben die Zellen der obersten Reihe eine grössere Area, indem sie länger sind (Fig. 18). In den darauf folgenden Schichten (Fig. 19) sind sie im Verhältniss zur Länge gewöhnlich breiter. Sie gehören demselben Typus an, der dem grössten Teile der Mangrovepflanzen eigen ist. Die kurzen, breiten Ausstülpungen liegen alle zu der Blattfläche parallel, wodurch die von den Zellen jeder Schicht gebildeten, netzförmigen Geflechte entstehen. Da nun die netzförmigen Geflechte sämmtlicher Schichten meistenteils mitten über einander liegen, so dass die Maschenräume einer Schicht gerade gegenüber den Maschenräumen der nächst unteren und oberen Schicht sich befinden, so werden hier ebenso wie bei Acanthus hohe, aber schmale Luftkammern gebildet, die sich sogar vom oberen Palissadengewebe bis an das untere erstrecken können. Auch im Schwammparenchym sind Milchsaftgefässe und Speichertracheiden vorhanden.

In der Structur der Blätter finden sich wenige Merkmale, welche die halophile Natur dieser Pflanze andeuten. Indessen fehlen nicht Structurverhältnisse, die als Schutz gegen eine allzu grosse Anhäufung von Chloriden aufgefasst werden können. Eine erhebliche Herabsetzung der Transpiration kann wohl schwerlich erzielt werden, allein durch die grossen, wasserreichen Schleimzellen kann zweifelsohne eine beträchtliche Menge Salzwasser inaktivirt werden, und es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch bei dieser Pflanze immer mehrere Palissadenzellen zu Schleimzellen verwandelt werden. Auch im unteren Teile des Blattes finden sich Gruppen von Wassergewebezellen (Fig. 23), die sich bis an die untere Epidermis erstrecken und den bei Bruguiera caryophylloides beobachteten ähnlich sind. Andere Einrichtungen, die mit Gewissheit als wasserausscheidende Organe aufgefasst werden

könnten, sind bei dieser Pflanze nicht entdeckt worden, wenn man nicht gewisse, an der unteren Epidermis auftretenden Zellen (Fig. 24), die anscheinend durch Fusion mehrerer Zellen entstanden sind, als Hydathoden auffassen darf. Sie sehen allerdings den von Haberlandt (III, S. 9) bei Salacia entdeckten Hydathoden sehr ähnlich, ihr trüber Inhalt ähnelt aber sehr dem der Milchsaftgefässe, so dass man die betreffenden Zellen als Milchsaftzellen auffassen könnte, obwohl ein Beispiel davon, dass Epidermiszellen zusammenschmelzen und milchsaftführend werden, mir wenigstens nicht bekannt ist.

4. Blätter isolateral, das Schwammparenchym in ein Wassergewebe verwandelt, an der oberen Blattfläche keine Spaltöffnungen.

Kandelia Rheedii Wight & Arn. (Taf. IX, Fig. 1—11, 21).

Das Material stammt wahrscheinlich aus Ostasien und ist mir gütigst von Schimper mitgeteilt worden. Die Epidermiszellen der beiden Blattflächen (Fig. 1) sind aussergewöhnlich hoch, im Querschnitt quadratisch oder rectangulär, etwas grösser an der oberen Blattfläche, an Flächenschnitten polygonal und mit etwas grösseren Area an der oberen (Fig. 3) als an der unteren Seite (Fig. 9), obwohl dieselbe in keiner von beiden besonders gross ist. An beiden Blattflächen ist meistenteils jede Epidermiszelle durch eine Querwand in zwei Zellen geteilt, wodurch die Epidermis der beiden Blattflächen zweischichtig wird. Die Aussenwand ist ziemlich dick, an beiden Blattflächen ebenso wie sämmtliche übrigen Zellwände völlig cuticularisirt. In der unteren Epidermis sind indessen die Zellwände unvollständiger cuticularisirt. Diese Pflanze ist von den hier beschriebenen Gewächsen mit vollständigen isolateralem Blattbau die einzige, welche mit Hypoderma und zwar in beiden Blattflächen versehen ist. Allerdings haben unter den vorher abgehandelten Pflanzen Anona und Excoecaria ein Hypoderma, obwohl nur in der oberen Blattfläche, die Blattstruktur dieser Pflanzen bildet aber einen Uebergang zwischen dem isolateralen und dem dorsiventralen Typus. In beiden Blattflächen ist das Hypoderma bei dieser Pflanze einschichtig und die Zellen sind mit einer braunen Flüssigkeit, in welcher Gerbstoffvacuolen vorhanden sind, gefüllt. An Querschnitten (Fig. 1) sind sie vorwiegend viereckig und an der oberen Blattfläche grösser als an der unteren und dort gewöhnlich höher als die beiden Epidermisschichten. An Flächenschnitten sind sie ziemlich dünnwandig, polygonal und dicht vereinigt, und haben an der oberen Fläche (Fig. 4) eine grössere Area als an der unteren (Fig. 8), in deren Hypoderma natürlich Zwischenräume für die Spaltöffnungen vorhanden sind. Letztere (Fig. 9) sind ungewöhnlich gross und nicht besonders zahlreich, eingesenkt. Die Schliesszellen selbst (Fig. 10) sind ziemlich dickwandig und mit groben Eingangsleisten versehen, die sich von einer aufrechten, sehr dicken Basis horizontal nach innen gegen einander biegen, so dass der obere Teil eine gewisse Aehnlichkeit mit dem Kopf eines Vogels bekommt. Eigentliche Ausgangsleisten fehlen, allein an jeder der beiden grossen Nebenzellen, deren untere Partie hervorragt und die untere Seite der entsprechenden Schliesszelle bedeckt, ist diese untere Partie sehr dickwandig, und diese Verdickung trägt dazu bei, den Hinterhof gegen die Athemhöhle zu begrenzen.

Das grosszellige Mesophyll hat an Querschnitten eine sehr ansehnliche Höhe, wodurch die Blätter sehr dick werden (Fig. 1). Insbesondere das Schwammparenchym ist stark entwickelt, so dass seine Höhe ungefähr $^2/_3$ des Mesophylls beträgt. Das Palissadenparenchym der oberen Seite ist merkbar höher als das der unteren und besteht aus einer oder stellenweise aus zwei Schichten, und zwar sind die Zellen der oberen Schicht mehrmals höher als die der unteren. In den beiden oberen oder der einzigen Reihe sind die Zellen cylindrisch, oft septirt, schmal und hoch, so dass die Höhe oft 8—9 mal grösser ist als die Weite. An Flächenschnitten (Fig. 5) sind sie polygonal und stehen dicht zusammen, so dass keine Lufträume vorhanden sind. Das Palissadengewebe der unteren Blattfläche besteht meistens aus zwei, seltener aus einer Schicht, allein es ist dessen ungeachtet bedeutend niedriger als das entsprechende

Gewebe in der oberen Seite. Die Zellen sind zu gleicher Zeit in beiden Reihen niedrig, aber weit und nicht ganz cylindrisch. An Flächenschnitten (Fig. 7) haben sie einen rundlichen Umriss und stehen so dicht zusammen, dass zwischen ihnen keine andere Zwischenräume als die gegenüber den Spaltöffnungen vorhanden sind.

Das Schwammparenchym hat eine Höhe von ungefähr 10—13 Zellen, und seine obwohl sehr ungleich grossen doch im Allgemeinen aussergewöhnlich grossen Zellen sind rundlich oder länglich und stehen ziemlich locker. An Flächenschnitten haben sie ungefähr dieselbe Form wie an Querschnitten, besitzen gar keine Ausstülpungen und stossen mit bauchig gewölbten Oberflächen an einander, so dass netzförmige Geflechte nicht ausgebildet werden. Die transpiratorische Funktion dieses Gewebes ist zu gleicher Zeit in den Hintergrund gedrängt worden, und seine Zellen, die sehr wasserreich sind, scheinen hauptsächlich als wasserspeichernde Organe zu funktioniren. Noch ausgeprägter wird dies Verhältniss in den älteren Blättern, d. h. den Speicherblättern, die wahrscheinlich bei dieser Art dicker sind als bei den meisten anderen Mangrovepflanzen, und in denen das Schwammparenchym (Fig. 2) doppelt so hoch wie in den oberen Blättern ist, obwohl die Anzahl der Zellen unverändert bleibt. Hauptsächlich sind es die Zellen der mittleren Schichten, die in hohem Grade verlängert und palissadenförmig geworden sind. An Flächenschnitten (Fig. 6) haben sie eine mehr oder weniger abgerundet-längliche Form, und die Zellen stehen ziemlich locker. Die Zellen der obersten und untersten Schichten behalten ihre ursprüngliche Form und sind verhältnissmässig reich an Chloroplasten, die dagegen in den mittleren Schichten spärlich sind. Die Gefässbündel liegen in den oberen Schichten des Schwammparenchyms und sind 2—3 Zellreihen vom Palissadengewebe entfernt. Zahlreiche Speichertracheiden sind im Schwammparenchym vorhanden.

Irgendwelche andere Einrichtungen, die als wasserausscheidende Organe gedeutet werden könnten, sind ausser den Lenticellhydathoden bei dieser Pflanze nicht angetroffen worden. Die erste Anlage dieser Organe (Fig. 21) stimmt mit derjenigen der entsprechenden Einrichtungen anderer Mangrovepflanzen überein. Insbesondere um die Spaltöffnungen herum fangen die Epidermiszellen an sich mit einem braunen Inhalt zu füllen und sich nach und nach zu desorganisiren, und diese Desorganisation erstreckt sich auch auf das weiter nach innen zu befindliche Gewebe, das durch eine Korkschicht von dem gesunden Gewebe abgetrennt wird. Solche desorganisirte Gewebepartien vergrössern sich in der Weise, dass im umgebenden Gewebe eine lebhafte Korkbildung von statten geht, so dass schliesslich vollständige Perforationen durch die Blattmasse zu stande kommen (Fig. 11). Diese Abbildung stellt die eine Wand einer derartigen Perforation, die sich durch das ganze Blatt erstreckt, dar. Die dunkle Masse bezeichnet das schon desorganisirte Gewebe, innerhalb welches lebhafte Zellteilungen, und zwar auch tiefer in der noch gesunden Masse, stattfinden, wodurch schliesslich diese letztere allmählich vom innerhalb desselben befindlichen Zellgewebe abgesperrt wird und ihrerseits sich zu desorganisiren beginnt.

5. Blätter isolateral, Spaltöffnungen an beiden Blattflächen vorhanden, das Schwammparenchym schliesslich in ein Wassergewebe umgebildet.

Sonneratia caseolaris Engl. (Taf. XIII, Fig. 10—19).

Das Material stammt aus Miluland in Ostafrika und ist mir gütigst von Engler mitgeteilt worden. Die Epidermis ist ziemlich kleinzellig, an beiden Blattflächen gleichförmig; ihre Zellen sind im Querschnitt (Fig. 10) viereckig, rectangulär oder quadratisch, an Flächenschnitten polygonal mit etwas kleinerer Area an der oberen (Fig. 11) als an der unteren (Fig. 12) Blattfläche. Die Aussenwand ist an beiden Blattflächen nicht besonders dick, aber wie der äussere Teil der Zwischenwände vollständig cuticularisirt, während die inneren Teile der letzteren gleichwie die Innenwände aus Cellulose

bestehen. Die Spaltöffnungen sind gross, tief eingesenkt und von einem Kranze aus Nebenzellen (Fig. 11, 12) umgeben. Die nicht besonders dickwandigen Schliesszellen haben kurze, dicke, wenig gekrümmte, aber nach innen gerichtete Eingangsleisten (Fig. 17). Die hohen Nebenzellen bedecken die untere Seite der Schliesszellen und bilden die beiden dicken Ausgangsleisten, die nach oben gerichtet sind und dicht aneinander rücken, so dass sie nur einen schmalen Durchgang zur Athemhöhle lassen. Ein Hypoderma fehlt in beiden Blattflächen. Die Gefässbündel liegen auch bei dieser Pflanze näher dem oberen Palissadengewebe, von dem sie durch 2—3 Zellschichten getrennt sind. Das Palissadenparenchym der beiden Blattflächen beträgt im Ganzen etwas weniger als $^2/_5$ und das Schwammparenchym etwas mehr als $^3/_5$ der Höhe des Mesophylls. Das Palissadenparenchym der oberen Seite ist etwas höher als das der unteren und besteht, wie dieses, aus zwei oder drei Reihen, von deren Zellen die der oberen Reihe bedeutend höher sind als die Palissadenzellen der äusseren Reihe in der unteren Blattfläche und meistens auch höher als die Zellen der unmittelbar unter ihnen befindlichen Reihe. Nur wenn dies Gewebe aus zwei Reihen besteht, werden die Zellen der unteren Reihe ungefähr gleich hoch wie die Zellen der oberen, welche ausserdem öfters septirt sind. Die Zellen der untersten Reihe sind die kürzesten und oft ebenso weit als hoch. In der unteren Blattfläche sind die Zellen der äusseren Reihe kürzer und weiter als in den beiden inneren. Die Palissadenzellen, und zwar sowohl die der oberen (Fig. 13) wie der unteren Seite (Fig. 14), stehen dicht zusammen, so dass sie im Querschnitt polygonal sind; nur über den Spaltöffnungen finden sich grössere oder kleinere Lufträume. Dickwandige, kurze und nicht selten verzweigte Sclereiden sind häufig im Palissadenparenchym sowohl in der oberen wie in der unteren Blattfläche (Fig. 10).

Das Schwammparenchym hat eine Höhe von etwa 8 Zellen, und seine Zellen sind sehr gross, dünnwandig und, im Gegensatz zur vorigen Art, ziemlich dicht vereinigt. Die meisten haben einen körnerfreien, wasserhellen Inhalt; nur in der nächsten Nähe des Palissadengewebes können sie Chloroplasten hegen. Die Zellen wechseln in hohem Grade sowohl in Grösse wie in der Form. In etwas älteren Blättern haben die Zellen im unteren Teile dieses Gewebes sich sehr verlängert und sind zu gleicher Zeit schmäler geworden und haben den körnigen Inhalt eingebüsst. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in noch älteren Blättern auch die Zellen im oberen Teile dieses Gewebes palissadenförmig werden. In dem von Schimper abgebildeten Querschnitt (I,IV, 1) des Blattes von Sonneratia acida besteht das Schwammparenchym aus polyedrischen Zellen, und ich vermuthe, dass das Schwammparenchym der hier abgehandelten Art sich in der nämlichen Weise verhält, und dass also die von mir gegebene Abbildung ein Blatt, das eben im Begriff ist, sich zum Speicherblatt zu entwickeln, darstellt. Schimper (I, S. 16) hat auch bei der von ihm untersuchten Art die Verschiedenheit der älteren und jüngeren Blätter nachgewiesen. Zahlreiche Gefässbündelendigungen schliessen mit einer Menge von Speichertracheiden und Sclereiden ab (Fig. 19).

An beiden Blattflächen finden sich grössere oder kleinere dunkle Punkte, welche den bei so vielen anderen Mangrovepflanzen auftretenden Gebilden ähneln, und die nach meiner Auffassung möglicherweise als eine Art Hydathoden funktioniren können. Durch die schliesslich erfolgende Zerstörung des Gewebes werden zuletzt grössere oder kleinere Oeffnungen, die endlich in wirkliche Perforationen übergehen können, gebildet. Auch bei dieser Pflanze erscheinen sie zuerst als eine kleine Gruppe von Zellen mit braunem Inhalt und werden von mehreren concentrischen Kreisen von Korkzellen umgeben (Fig. 18). Ausserdem findet sich eine andere eigentümliche Einrichtung an beiden Seiten des Blattes (Fig. 12). Diese Gebilde bestehen aus ziemlich grossen Platten, die von einem aus in der Richtung gegen die Platte längsgestreckten und gegen diese zu meistens schmäler werdenden Epidermiszellen gebildeten Kreise umgeben werden (Fig. 15). In der Mitte der Platte findet sich gewöhnlich eine dunklere Partie, die etwas aufgelockert zu sein scheint. An der Innenseite der Oberhaut (Fig. 16) findet sich unter jeder Platte eine dünnwandige, wasserhelle, grosse, kugelige Zelle, die zwischen den Palissadenzellen

hervordringt und von ihnen umgeben wird, und die von Schimper (I, S. 16) als Schleimzelle, von Niedenzu (S. 17) als Wasserspeicherzelle bezeichnet wird, was in der That den gleichen Sinn haben dürfte. Sollte dies Gebilde wirklich eine wasseraufsammelnde Zelle sein, so dürfte es wahrscheinlich als eine Hydathode aufzufassen sein. An Querschnitten durch diese Einrichtung (Fig. 16) findet man im oberen Teile der Zelle eine Substanzansammlung, die vielleicht aus Schleim besteht, und in der Platte selbst, die möglicherweise eine von der heranwachsenden unteren Zelle völlig komprimirte Epidermiszelle repräsentirt oder, was das wahrscheinlichste sein dürfte, die verdickte Aussenwand der Schleimzelle selbst ist, beobachtet man eine dunkle, wahrscheinlich aufgelockerte Partie. Weil an Flächenschnitten diese Partie bald fehlt, bald mehr oder weniger deutlich hervortritt, so dass sie bisweilen fast das Aussehen einer kleinen Spalte hat, so ist es möglich, dass diese Verschiedenheiten bestimmte Entwickelungsstadien repräsentiren, und dass also diese Einrichtungen succesive angelegt werden. In gewisser Hinsicht ähneln sie den vorher beschriebenen Gebilden bei Anona palustris. Es ist möglich, dass sie identisch sind mit den von Solereder (S. 793) als Secretzellen bezeichneten Zellen, welche dieser Forscher in den Blättern eines Lauriné, Umbellularia californica, gefunden hat, und die auf folgende Weise beschrieben wurden: „Erwähnenswerth ist noch, dass die epidermalen Secretzellen von Umbellularia nicht mit der ganzen Aussenfläche, sondern nur mit einem kreisrunden Teil derselben an die Oberfläche treten, und dieser Teil in der Mitte eine kleine, verdünnte, punktartige Wandstelle zeigt."

S. lanceolata (Miq.) Nidz. (Taf. XII, Fig. 8).

Das Material stammte aus Priok bei Batavia und wurde von Engler gütigst mitgeteilt. In Bezug auf den Bau des Mesophylls stimmt diese Art mit der vorigen überein. Die Epidermis ist jedoch dünnwandiger, und Sclereiden und Speichertracheiden sind spärlicher. Noch bemerkenswerter ist aber, dass die eigentümlichen Schleimzellenapparate, welche so zahlreich auf beiden Blattflächen der vorigen Art vorhanden sind, bei dieser durchaus fehlen. Hingegen kommen Lenticellhydathoden von demselben Baue wie bei der vorigen Art vor, und einzelne von ihnen entwickeln sich stärker als die übrigen und bewirken ähnliche Perforationen (Fig. 8) wie bei Kandelia Rheedii. Bezüglich ihrer Ausbildung habe ich deutlich konstatiren können, dass auch die hohen primatischen Wasserzellen durch zahlreiche Teilungen in Korkzellen umgewandelt werden. Gefässbündel sind auch unter diesen Gebilden vorhanden.

Pemphis acidula Forst. (Taf. XI, Fig. 11—18, Taf. XII, Fig. 1—4).

Das Material ist auf der Insel Edam in der Nähe von Java gesammelt worden, und zwar von Hjalmar Möller, der von dieser Lokalität zwei Formen, die eine unter dem obigen Namen, die andere unter der Bezeichnung Pemphis sp. heimgebracht hat. Da ich aber keine wesentlichere Verschiedenheit zwischen diesen Formen habe entdecken können, und die als besondere Arten beschriebenen Formen in Index Kewensis unter dem Namen P. acidula zusammengeführt werden, und auch Koehne (S. 6) von dieser Gattung nur eine Art erwähnt, so habe ich keinen Unterschied zwischen diesen beiden Formen gemacht. Doch glaube ich erwähnen zu sollen, dass die eigentliche Untersuchung und sämmtliche Abbildungen mit Ausnahme von XII, 4 sich auf die als Pemphis sp. bezeichnete Form beziehen. — Die Oberhaut ist an beiden Blattseiten grosszellig und dünnwandig, und zwar auch in Bezug auf die Aussenwand, die eine ziemlich dünne Cuticula hat, deren innere Schichten aber, gleich wie die dünnen Zwischen- und Innenwände, aus unveränderter Cellulose bestehen. Im Querschnitt (XII, 2) sind die Epidermiszellen an beiden Seiten ungefähr gleich gross, rectangulär oder quadratisch; nur gerade

über der Mittelrippe sind sie viel höher als breit. An einzelnen Stellen haben Zellteilungen sowohl in radialer wie in tangentialer Richtung stattgefunden. Solche Teilungen scheinen im Allgemeinen rings um die einzelligen, dickwandigen und fein höckerigen, in die Epidermis eingesenkten Haare stattzufinden. An Flächenschnitten sind die Epidermiszellen in Folge der geraden Zwischenwände polyedrisch und haben einen ziemlich grossen Umfang, der bei den Zellen der oberen (XI, 11) und der unteren (XII, 3) Fläche ungefähr gleich gross ist. Die Spaltöffnungen sind an beiden Blattflächen etwa gleich zahlreich, eingesenkt und ähneln den Spaltöffnungen der meisten anderen Mangrovepflanzen. Die Schliesszellen sind ziemlich dickwandig und klein im Verhältniss zu den Nebenzellen, die sich nicht nur über dieselben erheben, sondern sich auch abwärts unter dieselben erstrecken (XI, 17). Die dicken Eingangsleisten sind gekrümmt und nach innen gebogen, während die kurzen dicken Ausgangsleisten geradeaus gerichtet sind. An der Basis der Nebenzellen finden sich ebenfalls ein Paar dicke, kurze und nach vorne gerichtete Vorsprünge. In der Epidermis der beiden Blattflächen erscheinen ausserdem zahlreiche, kugelige, dünnwandige und mit Wasser gefüllten Zellen, die weit unter die übrigen Epidermiszellen (XI, 11) in das Palissadenparenchym hineinragen. Mit dem oberen Teil schieben sie sich zwischen die Epidermiszellen hinein, oder sie werden in zwei Zellen, eine grössere, untere, kugelige Zelle, und eine obere, in demselben Niveau wie die Epidermiszellen gelegene, geteilt. Sie erinnern einigermaassen an die Schleimzellen von Sonneratia caseolaris. Wenn diese Zellen in demselben Niveau wie die Epidermiszellen liegen, so ist ihre Aussenwand auch mit einer Cuticula versehen.

An Flächenschnitten, wenigstens durch die Epidermis der Unterseite, findet man hie und da unter der Epidermis lange, gekrümmte, oft verzweigte Reihen oder Bänder aus Zellen, die sehr klein, eckig, von sehr unregelmässiger Form und mit einem intensiv gelben, körnerfreien Stoffe gefüllt sind (XII, 3). Sie werden von der Epidermis bedeckt und müssen also, da ein Hypoderma fehlt, zwischen den oberen Enden der Palissadenzellen gelegen sein.

Das Mesophyll besteht aus sehr dünnwandigen und wasserreichen Zellen (XII, 2). Bei Behandlung mit wasserentziehenden Mitteln kollabiren die Zellen stark und zeigen dasselbe eigentümliche Verhalten wie ein Wassergewebe unter ähnlichen Verhältnissen. Doch enthalten in den jüngeren Blättern sämmtliche Zellen Chloroplasten, am meisten in den peripheren Schichten der beiden Blattflächen, d. h. in dem eigentlichen und vorzugsweise assimilatorischen Palissadenparenchym, dessen Membranen auch nach mehrtägigem Liegen in Chlorzinkjod ungefärbt bleiben, während die Membranen der übrigen Mesophyllzellen ziemlich rasch gebläut werden. Dies dürfte darauf beruhen, dass die Palissadenzellen der äussersten Reihe in beiden Blattflächen ebenso wie bei Lumnitzeria coccinea eine braune Flüssigkeit enthalten. Die Palissadenzellen dieser Schicht sind meistens etwas höher in der oberen (XII, 2a) als in der unteren Seite, und gewöhnlich 8—10mal höher als weit. An Flächenschnitten stehen die Zellen derselben Schicht in beiden Blattflächen etwas locker, (XI, 12) und haben einen rundlichen, in der Grösse sehr wechselnden Umriss. Die unmittelbar unter dieser Schicht befindliche Reihe besteht aus Zellen, die allerdings, weil sie aufrecht und meistens etwas höher als weit sind, dem Palissadengewebe zugerechnet werden müssen. Sie haben im Querschnitt (XI, 13) einen erheblich grösseren Umfang als die Palissadenzellen der äusseren Reihe und sind durch grössere Zwischenräume getrennt. Der geringere Gehalt an Chloroplasten, welcher diese Zellen auszeichnet, so wie auch der Umstand, dass die Zellen bei Zusatz von wasserentziehenden Mitteln viel stärker schrumpfen, legt an die Hand, dass diese Schicht vorzugsweise als Organ für Wasserspeicherung funktionirt. Auch finden sich in dieser Schicht einzelne, grosse und rundliche Schleimzellen. Die Palissadenzellen der inneren Reihe in der unteren Seite des Blattes sind noch weniger als die der oberen ausgeprägte Palissadenzellen, indem sie niedriger und weiter sind. Im dünneren Teile der Blattspreite sind auch die Zellen der unteren Reihe typische Palissadenzellen und weiter nach den Kanten hin ist fast das ganze Mesophyll zu Palissadenparenchym verwandelt worden.

Das zwischen diesen beiden Schichten von Palissadengewebe befindliche Schwammparenchym hat eine Höhe von ungefähr 5—6 Zellen und ist viel niedriger als die beiden soeben erwähnten Schichten zusammengenommen. Die Zellen dieses Gewebes behalten bis zu einem gewissen Grade ihre ursprüngliche Anordnung in horizontalen Reihen (XII, 2), was darauf beruht, dass keine grössere Intercellularräume vorhanden sind. Infolgedessen dürfte auch die Funktion als transpiratorisches Gewebe in den Hintergrund gedrängt worden sein, und hauptsächlich von den peripheren Palissadengeweben ausgeführt werden. Die grossen, dünnwandigen, mehr oder weniger rundlichen (XI, 14 eine der oberen, 15 eine der unteren und 16 eine der mittleren Schichten) und mit plasmatischen Stoffen spärlich versehenen Zellen kennzeichnen auch dieses Gewebe als Wassergewebe. Am grössten sind die Zellen meistenteils in denjenigen Reihen, welche an das Palissadengewebe der beiden Seiten des Blattes grenzen. Sowohl im Palissaden- wie im Schwammparenchym treten Gerbstoffvacuolen als gelbliche Tröpfchen, die von einer besonders in den Speicherblättern deutlich hervortretenden, doppeltcontourirten Membran umgeben werden, auf. Der unteren Blattfläche genähert finden sich ausserdem im Schwammparenchym wie bei Scyphiphora u. A. eine continuirliche oder hie und da abgebrochene Reihe von Zellen, welche einen braunen Stoff enthalten (XII, 1, 2). Speichertracheiden und Sclereiden fehlen in diesem Gewebe. In besonderen kleinen Gruppen von kleineren Zellen des nämlichen Gewebes finden sich kleine Krystalldrusen (XII, 1, 2).

Die älteren Blätter (XII, 1) sind im Querschnitt etwa um die Hälfte höher als die jüngeren und oberen Blätter (XII, 2). Sie haben aber keine andere Veränderung erlitten, als dass die Zellen des Schwammparenchyms in allen Dimensionen grösser und mehr abgerundet worden, und dass die Palissadenzellen der unteren Reihe der oberen Seite sich verlängert haben. An noch älteren Achsen scheinen wenigstens, falls die hier gemeinte Form wirklich P. acidula ist, Speicherblätter vorhanden zu sein, denn bei der von Möller unter diesem Namen heimgebrachten Form finden sich Speicherblätter, die im Querschnitt eine Höhe besitzen, die Alles, was ich in der Beziehung bei irgend einer Mangrovepflanze gefunden habe, übertrifft. Der Querschnitt ist im Ganzen doppelt so hoch wie der Querschnitt des in Taf. XII, 1 abgebildeten Speicherblattes. Fig. 4, Taf. XII giebt ein Bild vom Wassergewebe dieses Blattes sowie von den unteren Enden der Palissadenzellen der oberen Seite des Blattes. Die Zellen des Schwammparenchyms sind hier fast prismatisch oder palissadenförmig geworden und haben eine ausserordentliche Höhe und Weite erlangt.

Bei dieser Pflanze sind keine Einrichtungen, die als Organe für Wasserausscheidung gedeutet werden konnten, aufgefunden worden, falls nicht die Trichome oder die vorhin erwähnten grossen epidermoidalen Zellen einen derartigen Zweck erfüllen. Wahrscheinlich gewinnt aber die Pflanze einen ausreichenden Schutz gegen Anhäufung von Chloriden dadurch, dass sie über einen genügenden Raum verfügt, um den grössten Teil des aufgenommenen Wassers aufspeichern und von dem assimilatorischen Gewebe absperren zu können.

Lumnitzeria coccinea W. & Arn.? (Taf. XIII, Fig. 1—9).

Das Material ist bei Kranje in der Nähe von Singapore von Hjalmar Möller gesammelt und von ihm mit der Aufschrift Bruguiera parviflora versehen worden. Ein Blick in's Mikroskop genügte, um mich davon zu überzeugen, dass hier eine Verwechslung vorlag, und dass die Blätter irgend einer Lumnitzeria-Art angehörten. Da L. racemosa ausgeschlossen ist, so dürfte es, nach dem Standorte zu urteilen, kaum eine andere Art als L. coccinea sein können.

Die Epidermiszellen der sehr dicken Blätter haben an beiden Blattflächen eine nicht besonders dicke Aussenwand, die gleichwie die meistens ziemlich dünnen Zwischen- und Innenwände völlig cuticularisirt ist. Die Epidermiszellen sind aussergewöhnlich klein und niedrig (Fig. 7), an beiden

Oberflächen ungefähr gleich niedrig und im Querschnitt regelmässig viereckig, gewöhnlich rectangulär oder bisweilen quadratisch. Von der Oberfläche gesehen sind sie meistens polyedrisch und haben an der oberen Blattfläche (Fig. 3) eine ungefähr gleich grosse Area, wie an der unteren (Fig. 4); sie sind mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt. Ein Hypoderma fehlt. Die Spaltöffnungen sind an beiden Blattflächen ungefähr gleich zahlreich und etwas eingesenkt. Die Schliesszellen sind allerdings sehr klein, aber doch ebenso hoch wie die angrenzenden Epidermiszellen (Fig. 9). Die Eingangsleisten sind ziemlich hoch, so dass sie über die Oberfläche der Epidermis hinaufragen, aufrecht und an der Spitze etwas nach innen gebogen; sie sind an der Basis sehr dick. Ausgangsleisten fehlen.

Das bilaterale Palissadengewebe bildet nur einen schmalen Rand in jeder Blattfläche und nimmt im Ganzen nur $^1/_4$ der Höhe des ganzen Mesophylls ein. Es besteht sowohl in der oberen (Fig. 7a) wie in der unteren Seite (Fig. 7b) aus zwei Schichten, von denen die obere etwas höher als die untere ist. Die Zellen der äusseren Schicht jeder Blattfläche enthalten eine braune Flüssigkeit nebst Gerbstoffvacuolen und sind meistens etwas höher als die der inneren Schicht. Im Querschnitt sind die Palissadenzellen und zwar sowohl in der oberen (Fig. 5) wie der unteren Seite (Fig. 6) rundlich, und zwischen ihnen finden sich ausser den grossen über den Spaltöffnungen gelegenen auch kleinere Lufträume.

Das Schwammparenchym hat eine Höhe von etwa 12 Zellen, und die Zellen der dem Palissadengewebe der beiden Blattflächen unmittelbar angrenzenden Schichten sind mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt. Dies Gewebe hat einen vom Schwammparenchym der meisten anderen Mangrovepflanzen wesentlich abweichenden Bau. Seine Zellen (Fig. 7) sind nämlich ziemlich dickwandig und schliessen sehr dicht zusammen, so dass Zwischenräume fast gänzlich fehlen. Davon überzeugt man sich am besten an Flächenschnitten (Fig. 8). Ausserdem vermisst man fast vollständig einen körnigen Inhalt in den betreffenden Zellen, deren Membranen bei Behandlung mit Chlorzinkjod allmählich gebläut werden. Bemerkenswert ist die erhebliche Variation in Bezug auf Form und Grösse, welche die Zellen dieses Gewebes auszeichnet. Speichertracheiden sind recht zahlreich. Ob das Schwammparenchym in älteren Blättern irgend welche Veränderungen etwa wie bei Pemphis erleidet, habe ich nicht entscheiden können, weil die mir zu Gebote stehenden Blätter in Bezug auf das Alter nicht besonders different waren. Doch hat es sich herausgestellt, dass die unteren Blätter ungefähr $^1/_3$ dicker als die obersten der ziemlich kurzen Sprossachsen sind; allein die Dickenzunahme beruht auf einem Zuwachs der Schwammparenchymzellen, nicht aber auf irgend einer Veränderung ihrer Form. In Anbetracht des dichten Gewebes und der Dickwandigkeit der Zellen möchte man es kaum für möglich halten, dass die betreffenden Zellen Palissadenform annehmen können.

An der Unterseite der Mittelrippe treten epithematische Hydathoden von einem recht eigentümlichen Bau auf. An einem Querschnitt etwa durch die Mitte dieses Organes treten sie als grössere Höhlen, die mit einer schmäleren Oeffnung ausmünden, hervor (Fig. 2). Die innere Wand der Cavität wie auch die inneren Seiten der Mündung werden von Resten eines zerstörten Gewebes ausgekleidet, und zwei Gefässbündel, eins von jeder Seite, grenzen unmittelbar an den Boden der Cavität. An Querschnitten (Fig. 1), die tiefer gegen die untere Grenze der Höhle geführt wurden, scheinen die beiden Gefässbündel der Mittelrippe, welche weiter nach oben je einen Zweig an die Hydathode abgegeben haben, sich in vertikaler Richtung durch die Mittelrippe hinauf zu erstrecken und noch an ein kleinzelliges, dünnwandiges und epithematisches Wassergewebe, das sich von dem umgebenden grosszelligen und dickwandigen Gewebe scharf abhebt, zu grenzen. Das epithematische Gewebe breitet sich bis an die Epidermis aus. Ungefähr in seiner Mitte findet sich eine rundliche Gruppe von Zellen, welche in Desorganisation begriffen sind, und welche weiter nach oben in diesem Gebilde das Entstehen der Cavität veranlasst haben. Aber rings um diese Cavität persistirt noch eine ziemlich dicke Schicht des epithematischen Wassergewebes. Irgend welche durch eine Korkschicht bewirkte Abgrenzung gegen die Cavität hat nicht entdeckt werden können.

L. racemosa Willd. (Taf. XII, Fig. 5—7).

Das Material stammt aus Batavia und ist mir von Engler gütigst mitgeteilt worden. Diese Art stimmt im Ganzen (Fig. 5) mit der vorigen überein. Doch ist das Wassergewebe nicht ganz so dickwandig und auch nicht so hoch. So viel ich habe finden können, fehlen indessen bei dieser Pflanze die eigentümlichen Hydathoden an der Mittelrippe. Dass ich derartige Gebilde nicht beobachtet habe, kann aber auf der Unzulänglichkeit des untersuchten Materials beruhen. Jedoch findet sich bei dieser Pflanze eine Art innerer Gebilde, die im ausgebildeten Zustande Concretionen aus braunen, mehr oder weniger zerstörten Zellen ungefähr in der Mitte des Wassergewebes und in der unmittelbaren Nähe eines Gefässbündels darstellen. Fig. 6 veranschaulicht ein solches Gebilde in einem zeitigen Stadium. Eine Gruppe von Zellen dicht an einem Gefässbündel ist mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt, und in dem umgebenden Wassergewebe hat eine auf die Bildung einer Korkschicht abzielende Zellteilung begonnen. Nicht selten kann auch das Gefässbündel in diese Korkschicht eingezogen werden. Die Spaltöffnungen (Fig. 7) weichen in mehreren Beziehungen von denen der vorigen Art ab. Sie befinden sich nämlich in demselben Niveau wie die Epidermis, ihre Schliesszellen sind erheblich niedriger als die Nebenzellen, welche ihre untere Seite bedecken, die Eingangsleisten sind kleiner und horizontal gegen einander gerichtet, und die Schliesszellen sind mit kleinen, spitzen und aufwärts gerichteten Ausgangsleisten versehen.

Laguncularia racemosa Goerte. (Taf. X, Fig. 9—12; Taf. XI, Fig. 1—10.)

Das Material stammt aus St. Thomas in Westindien und ist mir gütigst von Warming mitgeteilt worden. Die Epidermis der beiden Blattflächen (XI, 1) besteht aus im Querschnitt rectangulären, ziemlich grossen und in beiden Seiten ungefähr gleich hohen Zellen, die eine dünne und wie die Zwischenwände cuticularisirte Aussenwand besitzen. Auf Flächenschnitten sind sie sowohl an der oberen (XI, 2) wie an der unteren Blattfläche (XI, 7) polyedrisch und ziemlich gross. Spaltöffnungen sind in ungefähr gleicher Anzahl auf beiden Seiten vorhanden und werden von einem Kranze aus Nebenzellen umgeben. An Querschnitten (X, 9) ersieht man, dass sie etwas eingesenkt, sind und dass ihre Schliesszellen verhältnissmässig klein und an der unteren Seite zum grössten Teile von den Nebenzellen bedeckt werden. Die Eingangsleisten sind kurz und dick, aufrecht, aber mit etwas nach innen gebogener Spitze und an der Innenseite mit einem kleinen Buckel versehen. Die Schliesszellen haben ebenfalls Ausgangsleisten, welche klein, spitz und aufwärtsgebogen sind.

Das Palissadenparenchym, das in beiden Blattflächen gewöhnlich zweireihig ist, nimmt im Ganzen etwas mehr als die Hälfte der Höhe des Mesophylls ein. Meistenteils ist dies Gewebe etwas höher in der oberen Blattseite, und die Zellen der oberen Reihe dieser Seite unterscheiden sich von denen sämmtlicher anderer Reihen durch ihren braunen Zellsaft, in welchem, wie auch in allen Mesopyllzellen, Gerbstofftröpfchen vorhanden sind. Die Palissadenzellen sind im Querschnitt sowohl in der oberen (XI, 2) wie in der unteren Seite (XI, 5) rundlich und zeichnen sich durch die ausserordentlich schwankende Grösse ihres Querschnittes aus. In beiden Schichten sind ausser den grossen Lufträumen für die Spaltöffnungen auch kleinere Räume zwischen den Zellen vorhanden. In der inneren Schicht der Palissadenzellen haben die Zellen gewöhnlich einen etwas grösseren Umfang (X, 6). Ein äusserst merkwürdiges Gebilde, welches ich indessen nur ein Mal in seiner ganzen Ausdehnung beobachten konnte, ist in Fig. 10, Taf. X abgebildet worden. Ich hielt es zuerst für einen thierischen Parasiten, eine Destruction des umgebenden Gewebes konnte indessen nicht konstatirt werden, und da ich fand, dass Heiden (S. 389) angiebt, krystallführende Idioblasten, welche fast das ganze Mesophyll durchsetzen können, beobachtet zu haben, so stellte ich mir vor, dass das betreffende Gebilde ein derartiges Element sein könnte.

Das Schwammparenchym hat meistens eine Höhe von 4—6 Zellen, und seine Zellen sind sehr gross, wasserreich, gewöhnlich mehr oder weniger rundlich oder etwas eckig, mit zahlreichen grösseren

oder kleineren Lufträumen (XI, 1). An Flächenschnitten (XI, 6, a) haben sie ungefähr die nämliche Form. Auch in diesem Gewebe findet in Bezug auf die Grösse der Zellen eine erhebliche Variation statt, indem gewisse Zellen die Grösse ihrer Nachbarzellen um das vielfache übertreffen können. In älteren Blättern wird das Schwammparenchym beträchtlich höher, was indessen nicht auf einer Vermehrung der Anzahl der Zellschichten, sondern ausschliesslich auf Streckung der Zellen in einer gegen die Blattfläche vertikalen Richtung beruht, ohne dass jedoch die Zellen Palissadenform angenommen hätten. Vielleicht kann dies darauf beruhen, dass die untersuchten Blätter nicht alt genug waren, oder darauf, dass diese Pflanze ausreichende Mittel, um sich des überflüssigen Wassers zu entledigen, besitzt. Zahlreiche Gruppen von Speichertracheiden sind in diesem Gewebe vorhanden.

Bei keiner anderen Mangrovepflanze sind so viele verschiedene Einrichtungen, die als wasserausscheidende Organe gedeutet werden können, wie bei dieser und der nächstfolgenden Art angetroffen worden. Schon an den Blattstielen finden sich nämlich, und zwar an jeder der beiden Kanten der Oberseite unmittelbar unter der Blattspreite, zwei warzenförmige Emergenzen, auf deren Scheitel eine kraterförmige Vertiefung sich befindet (X, 11, 12). Wie aus diesen Abbildungen hervorgeht, führt ein engerer Kanal in eine im collenchymatischen Grundgewebe des Blattstiels gelegene Cavität, deren innere Seite von den todten Resten eines Zellgewebes ausgekleidet wird. An einem Querschnitt durch den Blattstiel etwas unterhalb der warzenförmigen Emergenz (XI, 9) ersieht man, dass das eine der beiden lateralen Gefässbündel an der einen Flanke eine rundliche Anschwellung aufzeigt, welch' letztere aus einer in schräg vertikaler Richtung gegen die warzenförmige Emergenz hinaus verlaufenden Verzweigung des lateralen Stranges, welcher sich in vertikaler Richtung in die Blattspreite hinein fortsetzt, gebildet wird. Die Kante des Blattstiels der nämlichen Seite zeigt schon eine beginnende Anschwellung. Fig. 10, Taf. XI, giebt den inneren Bau der betreffenden Einrichtung in ihrem unteren Teil wieder und bezieht sich auf deren inneren Partie in der unmittelbaren Nähe des lateralen Gefässbündels, das hier quer durchgeschnitten ist, und von dem ein Zweig mit einer Gruppe von Spiralgefässen in horizontaler Richtung ausgeht. Dies Gefässbündel befindet sich in einem dünnwandigen und epithematischen Gewebe, das sich gegen das umgebende, grosszellige Grundgewebe des Blattstiels scharf abhebt. In diesem kleinzelligen Gewebe bemerkt man einen inneren Kern, der von einer Schicht mit einem dunklen Inhalt gefüllten Zellen begrenzt wird. Die Zellen des den Kern umgebenden Gewebes zeigen eine Neigung, sich in radialer Richtung gegen den Kern zu strecken. In der Mitte des Kernes befindet sich eine kleine Gruppe von Zellen, deren Wände in Verschleimung begriffen sind und desshalb eine ansehnliche Grösse besitzen. Es ist der Kern, der durch seine Verschleimung und Zerstörung die Cavität nebst dem Halse bildet (X, 11, 12). Die Schicht, welche diese Cavität umgiebt, ist das in Fig. 10 Taf. XI abgebildete kleinzellige Gewebe, in dem sich die Gefässe befinden, und das wahrscheinlich ein undifferenzirtes Fibrovasalgewebe, eine Art Transfusionsgewebe, das die Wasserleitung von den Gefässen nach dem Kern vermittelt, darstellt. Man hat diese Einrichtungen als extraflorale Nectarien bezeichnen wollen, allein es scheint mir viel wahrscheinlicher, dass sie wirkliche Hydathoden sind, besonders da sie den an der Unterseite der Blätter vorkommenden Cavitäten sehr ähnlich sehen. Diese sogenannten Nectarien sind zuerst von v. Höhnel (S. 181), der eine ziemlich vollständige und in der Hauptsache richtige Beschreibung ihrer Structur gegeben hat, beobachtet worden. Auch Holtermann und Börgesen erwähnen diese eigentümlichen Einrichtungen.

Der erstere der beiden zuletzt citirten Verfasser hat zuerst auf einige eigentümliche Einrichtungen, die an der unteren Blattfläche vorkommen, und die nach meiner Ansicht den soeben beschriebenen Blattstieldrüsen sehr nahe kommen, aufmerksam gemacht. Ferner hat Börgesen die Untersuchung Holtermann's vervollständigt. Zu den Untersuchungen dieser Verfasser ist kaum etwas hinzuzufügen. Die betreffenden Gebilde kommen, wie gesagt, auf der unteren Oberfläche der Blätter vor und sind dort sichtbar als kleine, braune Punkte, die über die ganze Unterseite zerstreut sind, obschon am zahlreichsten

gegen die Blattränder zu, und welche stets über den Gefässbündeln auftreten. Taf. XI, Fig. 8 zeigt einen Querschnitt durch eine solche Einrichtung. Unter der schon zusammengedrückten Epidermis erscheint eine längliche Gruppe von kleinen, dünnen und plasmareichen Zellen, ein Epithema, das dem Kern der soeben beschriebenen Organe an den Blattstielen entspricht, und das von einem ebenfalls dünnwandigen Zellgewebe umgeben wird, das sich durch die Form und lückenlose Vereinigung der Zellen gegen das Schwammparenchym scharf abhebt und mit der den Kern umgebenden Schicht in den Blattstieldrüsen identisch ist. Ein Theil eines Gefässbündels schliesst sich dieser äusseren Schicht an. Nach Holtermann umgiebt sich der Kern schliesslich mit einer Korkschicht, wie es auch in den Blattstieldrüsen der Fall ist. Zuletzt wird der ganze Kern aufgelöst, und eine mit der Atmosphäre communicirende Höhle, wie sie in den Blattstieldrüsen vorhanden ist, wird gebildet. In diesem Stadium erscheinen die betreffenden Gebilde als Löcher in der Blattfläche, daneben finden sich zu gleicher Zeit auch andere, in denen der Kern unverändert ist, so dass diese Gebilde wahrscheinlich succesive entstehen.

Allein bei dieser Pflanze findet sich auch eine andere, der Wasserausscheidung dienende Einrichtung, die an beiden Blattflächen, obwohl hauptsächlich an der oberen, vorhanden ist. Es sind dies eingesenkte Drüsen (XI, 3), die zuerst von Heiden beobachtet wurden (S. 386) und deren Anlegung später von Holtermann (S. 26) untersucht worden ist. Nach diesem Verfasser ist die Drüse aus einer einzigen Epidermiszelle entstanden. Ihre endgültige Structur und volle Grösse erreicht sie sehr frühzeitig und lange vor dem übrigen Teil des Blattes. In dem Maasse, als die Entwickelung des Blattes vorschreitet, senkt sich die Drüse tiefer und tiefer in das Parenchym desselben hinein, bis sie davon vollständig umgeben ist. In Folge dieser Einsenkung gelangt die Drüse, deren Cavität durch eine Oeffnung in die Oberfläche des Blattes (XI, 4) ausmündet, in Verbindung mit dem inneren Wassergewebe und den Gefässbündeln. Demgemäss finden sich im Boden der Cavität unmittelbar unter der Epidermis (XI, 3) einige Schichten eines epithematischen Gewebes und unter diesem ein Gefässbündel. Börgesen (S. 48) giebt an, dass an sehr jungen, noch eingerollten Blättern ganz ähnliche, aber nicht eingesenkte Drüsen vorhanden sind. Daraus geht hervor, dass auch diese Einrichtungen succesive angelegt werden. — Nach Börgesen (S. 47) sollen die Blätter dieser Pflanze unter Umständen dorsiventral sein.

Conocarpus erecta L. (Taf. IX, Fig. 12—20, Taf. X, Fig. 1—8.)

Das Material stammt von den dänischen westindischen Inseln St. Croix und St. Thomas und ist mir von Warming gütigst mitgeteilt worden. Die Blätter sind in Bezug auf die innere Structur von mehreren Verfassern wie Heiden, Holtermann und Warming einer mehr summarischen Untersuchung unterworfen worden.

Die nicht besonders dicke Aussenwand der grossen Epidermiszellen der beiden Blattflächen ist gleichwie die übrigen Wände vollständig cuticularisirt. Irgend eine erheblichere Verschiedenheit zwischen den oberen und unteren Epidermiszellen in Bezug auf Form und Grösse ist nicht vorhanden (X, 2). Die betreffenden Zellen sind im Querschnitt viereckig oder bisweilen etwas rundlich, an Flächenschnitten polygonal, die oberen (IX, 16) mit etwas grösserer Area als die unteren (IX, 15). Die Zellen der beiden Seiten sind mit einer braunen Flüssigkeit gefüllt. Die Spaltöffnungen, welche etwas spärlicher an der oberen als an der unteren Seite sich finden, haben keine Nebenzellen und liegen in demselben Niveau wie die Epidermiszellen (IX, 19). Die Schliesszellen sind verhältnissmässig sehr klein, kaum halb so hoch wie die angrenzenden Epidermiszellen, die sich mit ihren unteren Enden weit unter die Schliesszellen erstrecken. Die Eingangsleisten sind ziemlich schmal und spitz und biegen sich fast schon von der Basis an in horizontaler Richtung gegen einander. Wirkliche Ausgangsleisten fehlen, die innere und untere Kante der Schliesszelle ist aber etwas verdickt.

Das Palissadenparenchym der jüngeren und vorzugsweise assimilirenden Blätter ist viel (4—5 mal) höher in der oberen als in der unteren Seite (X, 2) und besteht in der Oberseite aus 3 Schichten,

von denen die äusserste die höchste, die innerste die niedrigste ist. Indessen scheint dies keine allgemeine Regel zu sein, denn Warming (III, S. 199) giebt an, dass die Zellen der innersten Schicht am längsten und am dicksten sind. Diese Divergenz dürfte aber nur eine scheinbare sein, denn die von Warming untersuchten Blätter waren, wie aus der Abbildung hervorgeht, Speicherblätter. Die Palissadenzellen der oberen und unteren Seite führen in der äusseren Reihe eine braune Flüssigkeit, in welcher Gerbstofftröpfchen vorhanden sind. Sowohl in der oberen wie in der unteren Seite kann der braune Inhalt auf langen Strecken dieses Gewebes fehlen, und dann finden sich auch keine Gerbstofftröpfchen. An tangentialen Schnitten sind diese Zellen sowohl in der oberen (IX, 20) wie in der unteren (IX, 17) Seite rundlich und durch kleine Zwischenräume von einander getrennt, und ihr Umfang ist bezüglich der Grösse wechselnd. Die Zellen der äusseren Reihe des Palissadengewebes in der unteren Blattfläche sind oft sehr niedrig und breit (X, 2); nicht immer findet sich in dieser Seite eine zweite Schicht Palissadenzellen. Das Schwammparenchym ist erheblich niedriger als das Palissadengewebe und hat eine Höhe von ungefähr 4—6 Zellen. Die Zellen dieses Gewebes haben an Querschnitten eine wechselnde und unregelmässige Form und sind ziemlich dicht vereinigt (X, 2), gross, dünnwandig und ganz ohne Ausstülpungen. Von der Fläche gesehen haben sie einen regelmässigeren, rundlicheren Umriss und sind ebenfalls dicht vereinigt.

Die unteren und also älteren Blätter haben sich zu Speicherblättern entwickelt und besitzen einen ziemlich abweichenden Bau. Das ganze Mesophyll (X, 1) mit Ausnahme der äussersten Palissadenreihe in beiden Blattflächen ist zu einem Wassergewebe, dessen Zellen fast gar keine Chloroplasten, aber zahlreiche Gerbstofftröpfchen enthalten und sehr hoch palissadenförmig sind, herangewachsen. An Flächenschnitten (IX, 14) sind sie meistens rund und von einander durch Zwischenräume getrennt.

Die Blätter sind durch ihren grossen Reichtum an Einrichtungen, die wahrscheinlich im Dienste der Wasserausscheidung stehen, ausgezeichnet. Die Gebilde, die besonders der Mittelrippe entlang, aber auch in den Winkeln der grösseren Gefässbündelzweige auftreten und sich als ziemlich grosse Höhlen in der Blattmasse präsentiren, sind schon von Holtermann beschrieben worden (S. 15). An Querschnitten (X, 4) ersieht man, dass die Oeffnung selbst in eine grössere Cavität, deren Wände mit einer dünnwandigen Epidermis versehen sind, hineinführt; unter dieser Epidermis findet sich ein dünnwandiges, kleinzelliges Gewebe, das sich vom umgebenden Grundgewebe scharf abhebt, ein Epithema, das an das Gefässbündel grenzt. In der Epidermis treten zahlreiche Spaltöffnungen (IX, 18) auf, die von der Oberfläche gesehen in verschiedenen Punkten von den gewöhnlichen Spaltöffnungen abweichen und vermutlich Wasserspalten sind. Zugleich trifft man in der Cavität vertrocknete Reste von Trichomen. Eine Resorption des epithematischen Gewebes scheint hier nicht stattzufinden. Nach den Beobachtungen Holtermanns bildet eine Einsenkung der Epidermis in das Blattgewebe den ersten Anfang dieser Einrichtungen. Neben diesen kommen im Blatte auch andere Gebilde, die als Organe für die Abscheidung der Chloride aufgefasst werden können, vor. So findet sich sowohl an der oberen wie an der unteren (IX, 13) Seite eine Art Lenticellhydathoden, welche spaltenförmig sind und zu welchen Gefässbündel vordringen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass sie aus einem lokalen Wassergewebe (IX, 12), das sich bis an die Epidermis erstreckt, und dessen Zellen an Krystalldrusen und anderen sphaerokrystallähnlichen Gebilden sehr reich sind, entstehen. Auch hier grenzt, wie die Abbildung zeigt, ein Gefässbündel unmittelbar an das Wassergewebe, das recht lebhaft an das Gewebe der Lenticellhydathoden bei Rhizophora erinnert. Auch im Inneren des Blattes (X, 5) entstehen Concretionen aus braunen, schliesslich absterbenden Zellen, die von einem kleinzelligen epithematischen Gewebe, das auch unmittelbar an ein Gefässbündel grenzt, umgeben werden. Aehnliche Gebilde sind vorher bei Lumnitzera racemosa beobachtet worden.

Auch in den Blattstielen (X, 7) kommen hydathodähnliche Gebilde vor, und zwar nicht nur wie bei Laguncularia, in den bei den dicht an die Blattspreite grenzenden Kanten, sondern auch, wie

bei Lumnitzeria coccinea, an der unteren Seite der Mittelrippe. Was die beiden ersteren betrifft, so befinden sie sich nicht ganz auf derselben Höhe und sind im Querschnitt keulenförmig (X, 7). Ein Querschnitt (X, 6) zeigt, dass sie von den entsprechenden Gebilden bei Lagunculuria wesentlich verschieden sind. Ein aus dem Blattstiel heraustretendes Gefässbündel erstreckt sich in horizontaler Richtung gegen die Drüse hin und schliesst sich einem mächtigen, dünnwandigen, epithematischen Gewebe an, das nach aussen mit einem dickwandigeren, kleinzelligen Gewebe abschliesst, dessen Zellen gegen den Scheitel der Drüse, in welcher eine Gruppe brauner, halb zerstörter Zellen vorhanden ist, radiär gestreckt sind. Wahrscheinlich wird in ähnlicher Weise das ganze dickwandige Gewebe zerstört, was ich indessen nicht habe entscheiden können, da alte Blätter mir nicht zur Verfügung standen. Desshalb konnte ich auch nicht konstatiren, ob eine Cavität gebildet wird. Das unter der Mittelrippe (X, 7) auftretende Gebilde erscheint äusserlich als eine ziemlich grosse Emergenz. Man ersieht an der Abbildung, wie das Gefässbündel der Mittelrippe an seiner unteren Seite eine Erweiterung trägt, die weiter oberhalb und unterhalb der Emergenz vermisst wird. Taf. X, Fig. 8 stellt eine sehr schmale Partie diese Erweiterung dar; dieselbe besteht aus kleinen, dünnwandigen und meistenteils reihenweise angeordneten Zellen, die anscheinend ein undifferenzirtes Fibrovasalgewebe, in dessen äusseren Seite sich eine mächtige dunkle Masse aus desorganisirten Zellen befindet, bilden. Die betreffende dunkle Masse wird aber wiederum von dem collenchymatischen Gewebe des Blattstiels bedeckt und bleibt also ebenso wie die vorher erwähnten Concretionen der Blattspreite innerhalb des Blattes eingeschlossen.

6. Blätter dorsiventral, ohne besonderes Wassergewebe, das ganze Mesophyll schliesslich zu einem solchen Gewebe verwandelt.

Derris uliginosa Benth. (Taf. VII, Fig. 25—28, Taf. VIII, Fig. 1—8.)

Das Material stammt von Kranje unweit Singapore und ist von Hj. Möller gesammelt worden. Die Epidermis (VIII, 1) besitzt an beiden Blattflächen eine sehr dünne, nur in der äussersten Schicht cuticularisirte Aussenwand und ihre Zellen sind sowohl bezüglich der Höhe wie der Breite von höchst wechselnder Grösse, jedoch an der oberen Blattfläche meistens grösser. Die Epidermiszellen der Oberseite sind von der Oberfläche gesehen (VII, 25) regelmässig polygonal und zeigen meistens eine grössere Area als die der Unterseite (VIII, 6), deren Zellen einen viel unregelmässigeren Umriss haben. Die Spaltöffnungen (VIII, 8) liegen auf der gleichen Höhe wie die Epidermiszellen, und besitzen ausser-gewöhnlich kleine Schliesszellen, welche kurze, dicke, beinahe gerade nach vorne gerichtete Eingangsleisten, aber keine Ausgangsleisten besitzen. Auch bei dieser Pflanze fehlen Spaltöffnungen an der oberen Seite des Blattes.

Das Palissadenparenchym besteht nur aus einer Schicht sehr niedriger und weiter Zellen (VIII, 1), welche ziemlich locker stehen (VII, 26) und einen abgerundeten oder länglichen Umriss, der im Allgemeinen ebenso gross ist wie der einer Epidermiszelle, besitzen; indessen zeigen die Palissadenzellen bezüglich ihrer Weite eine grosse Variation. Das Schwammparenchym, dessen Höhe die des Palissadenparenchyms vielfach übertrifft und ungefähr 8 bis 11 Zellen beträgt, was sich aus der sehr erheblichen Verschiedenheit in der Grösse der Zellen erklärt (VIII, 1), ist sehr lacunös. Im Allgemeinen sind die Zellen nächst unter dem Palissadenparenchym die grössten und in der unteren Seite die kleinsten. An Flächenschnitten sind die Zellen der obersten Schicht dieses Gewebes (VIII, 3) mehr abgerundet und haben keine Ausstülpungen; in der nächst unteren (VIII, 4) haben die Zellen einen unregelmässigeren Umriss und in der untersten Schicht werden sie schmäler, mehr längsgestreckt und haben kurze, breite Ausstülpungen (VIII, 5).

Die älteren Blätter oder die Speicherblätter (VIII, 2) sind im Querschnitt fast doppelt so hoch wie die oberen Blätter, was hauptsächlich dadurch veranlasst wird, dass die drei obersten Schichten des Mesophylls sich so ausserordentlich verlängert haben und palissadenförmig geworden sind. Im Flächenschnitt (VII, 28) zeigen sie einen rundlichen Umriss, und kleinere Zwischenräume sind zwischen ihnen vorhanden. Die Zellen sämmtlicher übrigen Mesophyllschichten haben auch alle einen grösseren oder geringeren Zuwachs erfahren, sind gleichförmiger und alle fast gleich gross geworden. An Flächenschnitten (VII, 27) haben diese Zellen kleine Ausstülpungen und sind länger und schmäler geworden. Sämmtlichen Zellen im ganzen Mesophyll gehen Chloroplasten fast vollständig ab; sie sind mit Wasser gefüllt und führen zahlreiche Gerbstofftröpfchen, wesshalb diese Blätter alle Eigenschaften eines wasserspeichernden Organes besitzen.

In der Rinne, die an der Oberseite der Blätter entlang der Mittelrippe vorhanden ist, und die sich an den Blattstielen fortsetzt, befinden sich eigenartige Trichome, die vermutlich als Hydathoden funktioniren, obwohl eine Oeffnung in diesen Gebilden nicht konstatirt werden konnte (VIII, 7). Sie bestehen aus drei Zellen, von denen die unterste, welche oval und ziemlich gross ist, in das Palissadengewebe eingesenkt ist, die beiden oberen aber, die sich oberhalb der Epidermis befinden, schmal, cylindrisch und etwas gekrümmt sind. Zwischen der untersten Zelle und der nächst oberen findet sich eine dicke Zwischenwand, welche in demselben Niveau wie die Epidermis liegt, und durch diese Wand geht ein Canal, durch welchen beide Zellen in offener Communication mit einander stehen. Etwas oberhalb der Mitte erweitert sich der Canal zu einem kleinen, halbmondförmigen Raum, dessen concave Seite nach unten gegen die basale Zelle sieht. Oberhalb dieses Raumes wird der Canal wieder schmäler, dieser obere Teil des Canales ist aber nur halb so lang wie der untere.

Herpestis Monnieria H. B. & K. (Taf. VIII, Fig. 9—19).

Das Material stammt von der Insel St. Jan in Westindien und ist mir von Börgesen gütigst mitgeteilt worden. Nach den Angaben dieses Verfassers wird die Pflanze kriechend unter der Mangrove angetroffen. Er (S. 52) hat auch eine kurze Beschreibung der Anatomie des Blattes gegeben.

Die Aussenwand der Oberhaut ist an beiden Blattflächen aussergewöhnlich dünn und von einer dünnen Cuticula bedeckt, besteht aber im Uebrigen aus unveränderter Cellulose. Ihre Zellen sind im Querschnitt (Fig. 9) an beiden Blattflächen ungefähr gleich gross, rundlich oder viereckig; einzelne, welche viel grösser sind und tief zwischen die Palissadenzellen hineindringen, functioniren als wasserspeichernde Zellen. Von der Oberfläche gesehen (Fig. 13) haben diese Oberhautzellen an beiden Seiten des Blattes einen aussergewöhnlich grossen und sehr unregelmässigen Umriss, und zwar auf Grund der erheblichen Undulirung der dünnen Zwischenwände. Die Spaltöffnungen (Fig. 18) treten an beiden Blattflächen auf, stehen aber ziemlich weit auseinander, sind ziemlich klein und haben, von der Oberfläche gesehen, einen schmal ovalen Umriss (Fig. 13). Die Schliesszellen sind sogar etwas über die Oberfläche der Epidermis erhaben und besonders an der inneren und äusseren Seite dickwandig. Die schmalen, gegen die dicke Aussenwand scharf abgesetzten, pfriemenförmigen Ausgangsleisten sind klauenförmig gekrümmt, nach innen gebogen und begrenzen einen grossen Vorhof. Ausgangsleisten fehlen, allein die inneren und unteren Kanten der die Schliesszellen unmittelbar umgebenden Zellen scheinen diese Leisten zu vertreten.

Das Mesophyll, dessen Zellen ungeachtet der geringen Grösse der Blätter, sehr gross, wasserreich und im Querschnitt mehr oder wenig rundlich sind, besitzt eine Höhe von ungefähr 8—9 Zellen und ist sehr unvollständig in Palissaden- und Schwammparenchym differenzirt. Zum Palissadengewebe können in den jüngeren Blättern vielleicht die drei oberen Reihen, in denen die Zellen viel dichter zusammenstehen und,obwohl sehr weit, doch in einer gegen die Blattfläche vertikalen Richtung am grössten sind, gerechnet werden. Diese Auffassung erhält auch eine Stütze in dem Umstande, dass die Gefässbündel, welche

in dorsiventralen Blättern sich gewöhnlich unmittelbar unter dem Palissadenparenchym befinden, hier weit unten in der unteren Seite des Blattes, aber doch in der Nähe der Palissadenzellen der dritten Reihe verlaufen. In älteren Blättern (Fig. 9), deren Mesophyll noch vollständiger zu einem Wassergewebe verwandelt worden ist, haben dagegen die Palissadenzellen der beiden unteren Reihen in Folge einer starken Erweiterung den Charakter von Schwammparenchymzellen, die zu Wasserzellen verwandelt worden sind, angenommen. An Flächenschnitten (Fig. 10) sind die Palissadenzellen rundlich oder oval und haben keine Ausstülpungen. Die Zellen des Schwammparenchyms sind im Allgemeinen grösser, und zwar nicht nur im Querschnitt, sondern auch an Flächenschnitten (Fig. 11); an Schnitten letzterer Art kommen auch kurze, aber im Verhältniss zum Umfange der Zellen schmale Ausstülpungen zum Vorschein. Die Schwammparenchymzellen der untersten Schicht (Fig. 12) stehen dichter zusammen, haben geringere Flächenausdehnung und keine Ausstülpungen.

Auf beiden Seiten der Blätter finden sich zahlreiche etwas eingesenkte Drüsen von ungefähr demselben Bau wie bei anderen Halophyten (Fig. 13, 15). Diejenigen Palissadenzellen, welche unmittelbar an eine solche Drüse in der Oberseite des Blattes grenzen, haben nicht die gewöhnliche runde Querschnittsform, sondern dehnen sich in der Richtung gegen die Drüse, die sie kranzförmig umschliessen, aus (Fig. 14). Börgesen hat ein anderes eigenartiges epidermoidales Gebilde beschrieben und abgebildet; die betreffende Einrichtung wird von diesem Verfasser mit den von Haberlandt beschriebenen Hydathoden von Gonocaryum pyriforme verglichen, obwohl es ihm nicht gelungen ist, in diesem Gebilde einen Kanal zu entdecken. Dasselbe besteht, wie Börgesen schon gezeigt hat, aus einer kleinen konischen Zelle (Fig. 16), die von einer grösseren Epidermiszelle ausgeht, und von deren Scheitel Cuticularstreifen radiär ausstrahlen. Wenn man den Scheitel bei stärkerer (800-fache) Vergrösserung betrachtet (Fig. 17), tritt eine dunklere Partie, von welcher die Cuticularstreifen ausstrahlen, zum Vorschein. Ob diese Partie eine wirkliche Perforation ist, oder ob dieselbe durch eine Auflockerung der Membran veranlasst wird, ist schwer zu entscheiden; es ist aber wahrscheinlich, dass die betreffenden Gebilde in jedem Falle wirkliche Hydathoden sind. Ich habe solche Gebilde nur an der Oberfläche und gegen die Blatträndер hin gefunden. Aber näher der Mittellinie des Blattes und an beiden Oberflächen finden sich, obschon spärlich, über oder unter den grösseren Gefässbündeln, andere sehr eigentümliche Einrichtungen, deren Beschaffenheit ich nicht habe klarstellen können, weil sie im Absterben begriffen waren. Sie gehen von einem Gefässbündel aus (Fig. 19), bestehen aus langen, mehr oder weniger vertrockneten bräunlichen Zellen, die sich vom Gefässbündel zwischen den Mesophyllzellen an die Epidermis erstrecken. Unter Umständen habe ich geglaubt, vertrocknete Reste von diesen Gebilden auf der Aussenseite der Epidermis zu finden. Sie erinnern in gewisser Beziehung an die von Haberlandt (III, S. 36, Taf. III, Fig. 3) bei Peperomia scandens beschriebenen Köpfchenhydathoden, obschon diese mit den Gefässbündeln nicht in Verbindung stehen.

Lund, den 18. Juni 1901.

Erklärung der Tafeln.

Sämmtliche Figuren sind, wo nicht anderes angegeben ist, bei einer 290-fachen Vergrösserung mit Hülfe der Camera gezeichnet und nachher auf zwei Drittel der ursprünglichen Vergrösserung reducirt worden. Beim Zeichnen der Spaltöffnungen war aber nötig, eine bedeutend stärkere Vergrösserung anzuwenden (ca. 800mal) und die so erhaltenen Bilder noch weiter zu vergrössern, wobei auf eine genaue Relation zwischen den Spaltöffnungen in Bezug auf ihre Grösse nicht besonders geachtet wurde.

Tafel 1.

Rhizophora mucronata Lam.

Figur 1. Flächenschnitt durch die Epidermis der oberen Blattfläche.
Figur 2. Flächenschnitt durch die erste Hypodermaschicht der oberen Blattfläche.
Figur 3. Flächenschnitt durch die zweite Hypodermaschicht der oberen Blattfläche.
Figur 4. Flächenschnitt durch die dritte Hypodermaschicht der oberen Blattfläche.
Figur 5. Flächenschnitt durch die vierte Hypodermaschicht der oberen Blattfläche.
Figur 6. Flächenschnitt durch die Schleimzellenschicht der oberen Blattfläche.
Figur 7. Flächenschnitt durch den oberen Teil des Palissadengewebes.
Figur 8. Flächenschnitt durch den mittleren Teil des Palissadengewebes.
Figur 9. Flächenschnitt durch den unteren Teil des Palissadengewebes.
Figur 10. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 11. Flächenschnitt durch eine der oberen Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 12. Flächenschnitt durch eine der mittleren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 13. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 14. Flächenschnitt durch die innere Hypodermaschicht der unteren Blattfläche.
Figur 15. Flächenschnitt durch die äussere Hypodermaschicht der unteren Blattfläche.
Figur 16. Flächenschnitt durch die untere Epidermis.
Figur 17. Querschnitt durch eine Spaltöffnung.
Figur 18. Flächenschnitt durch die innere Partie einer Hydathode.
Figur 19. Flächenansicht der Mündung einer Hydathode.
Figur 20. Flächenschnitt durch die äussere Partie einer Hydathode.
Figur 21. Querschnitt einer Hydathode.
Figur 22. Querschnitt der Anlage einer Hydathode (?).
Figur 23. Flächenansicht derselben.
Figur 24. Querschnitt eines jüngeren Blattes.
Figur 25. Eine Schleimzelle, aus dem Palissadenparenchym hervordringend.
Figur 26. Querschnitt durch die obere Seite eines Speicherblattes.

Tafel II.

Rhizophora Mangle L.

Figur 1. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 2. Querschnitt durch eine Athemhöhle.
Figur 3. Spaltöffnung.
Figur 4. Querschnitt durch eine Hydathode.

Rhizophora conjugata L.

Figur 5. Spaltöffnung.

Bruguiera gymnorhiza Lam.

Figur 6. Querschnitt durch ein Speicherblatt.
Figur 7. Flächenschnitt durch die Epidermis und das Hypoderma der oberen Blattfläche.
Figur 8. Querschnitt durch das Palissadenparenchym.
Figur 9. Untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 10. Spaltöffnung.
Figur 11. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 12. Flächenschnitt durch die nächst unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 13. Flächenschnitt durch eine der inneren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 14. Flächenschnitt durch das innere Wassergewebe.
Figur 15. Flächenschnitt durch eine der oberen Schichten des Schwammparenchyms.

Bruguiera eriopetala Wight & Arn.

Figur 16. Spaltöffnung.
Figur 17. Querschnitt durch eine Hydathode.
Figur 18. Querschnitt durch ein Speicherblatt.
Figur 19. Querschnitt durch ein jüngeres Blatt.

Tafel III.

Bruguiera caryophylloides Blume.

Figur 1. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 2. Querschnitt durch eine Partie des Wassergewebes in der unteren Seite des Blattes.
Figur 3. Spaltöffnung.

Ceriops Candolleana Arn.

Figur 4. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 5. Obere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 6. Flächenschnitt durch das äussere Hypoderma in der oberen Blattseite.
Figur 7. Flächenschnitt durch das innere Hypoderma in der oberen Blattseite.
Figur 8. Querschnitt durch das Pallisadenparenchym.
Figur 9. Flächenschnitt durch eine innere Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 10. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 11. Flächenschnitt durch das Hypoderma in der unteren Blattseite.
Figur 12. Untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 13. Spaltöffnung.

Carapa obovata Blume.

Figur 14. Querschnitt durch ein jüngeres Blatt.
Figur 15. Querschnitt durch den oberen Teil eines Speicherblattes.
Figur 16. Die obere Epidermis mit den beiden Hypodermaschichten im Flächenschnitt.
Figur 17. Querschnitt durch die nächst obere Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 18. Die untere Epidermis mit der Oeffnung einer Hydathode im Flächenschnitt.
Figur 19. Flächenansicht des Epithema einer Hydathode.
Figur 20. Schem. Darstellung einer Hydathode über einem der kleinsten Gefässbündeln.
Figur 21. Querschnitt durch eine Partie einer Hydathode des Blattstiels.
Figur 22. Querschnitt durch die äusserste Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 23. Spaltöffnung.
Figur 24. Flächenschnitt durch eine der inneren Reihen des Schwammparenchyms.
Figur 25. Flächenschnitt durch die unterste Reihe des Schwammparenchyms.

Tafel IV.

Carapa obovata Blume.

Figur 1. Querschnitt durch eine Lenticellhydathode in der unteren Blattseite.

Avicennia nitida Jacq.

Figur 2. Querschnitt durch die Blattspreite.
Figur 3. Flächenschnitt durch die obere Epidermis mit der Oeffnung für eine Drüse.
Figur 4. Flächenschnitt durch die oberste Hypodermaschicht in der oberen Blattseite.
Figur 5. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Palissadenparenchyms.
Figur 6. Flächenschnitt durch eine der untersten Schichten des Palissadenparenchyms.
Figur 7. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 8. Flächenschnitt durch eine der mittleren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 9. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 10. Flächenschnitt durch das Hypoderma in der unteren Seite des Blattes.
Figur 11. Flächenschnitt durch die untere Epidermis.
Figur 12. Spaltöffnung.
Figur 13. Flächenschnitt durch die Trichome auf der unteren Blattfläche.
Figur 14. Trichome nebst einer Drüse auf der unteren Blattfläche.

Aegiceras majus Gaerte.

Figur 15. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 16. Querschnitt durch eine obere Partie des Blattes.
Figur 17. Flächenschnitt durch die obere Epidermis mit der Oeffnung für eine Drüse.
Figur 18. Flächenschnitt durch die oberste Hypodermaschicht mit der Oeffnung für eine Drüse.
Figur 19. Flächenschnitt durch die oberste Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 20. Flächenschnitt durch eine der unteren Reihen des Palissadenparenchyms.
Figur 21. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 22. Gefässbündel mit Speichertracheiden.
Figur 23. Flächenschnitt durch das grüne Schwammparenchym.
Figur 24. Flächenschnitt durch das chlorophyllfreie Schwammparenchym.
Figur 25. Flächenschnitt durch die nächst unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 26. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.

Figur 27. Flächenschnitt durch das untere Hypoderma.
Figur 28. Spaltöffnung.
Figur 29. Querschnitt durch eine Drüse in der oberen Blattseite.
Figur 30. Querschnitt durch eine Drüse vor der Auflösung des Aussenwands.
Figur 31. Untere Epidermis.

Tafel V.

Acanthus ilicifolius L.

Figur 1. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 2. Flächenschnitt durch die obere Epidermis und das Hypoderma.
Figur 3. Querschnitt durch die obere Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 4. Querschnitt durch die untere Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 5. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms mit Speichertracheiden.
Figur 6. Flächenschnitt durch eine der oberen Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 7. Flächenschnitt durch eine der unteren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 8. Querschnitt durch die untere Partie des Schwammparenchyms.
Figur 9. Flächenschnitt durch die unterste Reihe des Schwammparenchyms.
Figur 10. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 11. Spaltöffnung.
Figur 12. Querschnitt einer Drüse in der unteren Seite des Blattes.
Figur 13. Drüse in der oberen Seite des Blattes.
Figur 14. Querschnitt durch eine Lenticellhydathode in der unteren Seite des Blattes.

Scyphiphora caryophyllacea Gaertn.

Figur 15. Obere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 16. Flächenschnitt durch das Hypoderma in der oberen Seite des Blattes.
Figur 17. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 18. Querschnitt durch die untere Reihe des Palissadenparenchyms.

Tafel VI.

Scyphiphora caryophyllacea Gaertn.

Figur 1. Querschnitt durch ein oberes Blatt.
Figur 2. Querschnitt durch ein unteres Blatt.
Figur 3. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 4. Flächenschnitt durch eine der mittleren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 5. Flächenschnitt durch eine der unteren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 6. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 7. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Palissadenparenchyms.
Figur 8. Flächenansicht von einer Wasserspalte.
Figur 9. Flächenansicht von einer Luftspalte.
Figur 10. Querschnitt durch eine Luftspalte.
Figur 11. Querschnitt durch eine Wasserspalte.
Figur 12. Querschnitt durch eine Lenticellhydathode im Blattstiel.

Scolopia sp.

Figur 13. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 14. Die obere Epidermis und die oberste Schicht des Palissadenparenchyms im Flächenschnitt.
Figur 15. Querschnitt durch die nächst oberste Schicht des Palissadenparenchyms in der oberen Blattseite.
Figur 16. Querschnitt durch die unterste Reihe des Palissadenparenchyms in der oberen Seite des Blattes.
Figur 17. Querschnitt durch die äussere Reihe des Palissadenparenchyms in der unteren Seite des Blattes.
Figur 18. Querschnitt durch die innere Reihe des Palissadenparenchyms in der unteren Seite des Blattes.
Figur 19. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 20. Flächenschnitt durch eine der mittleren Schichten des Schwammparenchyms:
a. Zellen mit Chloroplasten,
b. Zellen mit brauner Flüssigkeit.
Figur 21. Flächenschnitt durch eine der unteren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 22. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 23. Untere Epidermis.
Figur 24. Spaltöffnung.
Figur 25 Querschnitt durch eine Partie einer Lenticellhydathode des Blattstiels.

Tafel VII.

Avicennia nitida Jacq.

Figur 1. Drüsen in der concaven inneren Seite der Blattstielbasis.

Anona palustris L.

Figur 2. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 3. Flächenschnitt durch die obere Epidermis.
Figur 4. Flächenschnitt durch das Hypoderma und die obere Schicht des Palissadenparenchyms.
Figur 5. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 6. Flächenschnitt durch eine der unteren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 7. Flächenschnitt durch das Palissadenparenchym in der unteren Blattseite.
Figur 8. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 9. Hydathoden in der unteren Blattseite.
Figur 10. Querschnitt einer Hydathode.
Figur 11. Spaltöffnung.

Excoecaria Agallocha L.

Figur 12. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 13. Querschnitt durch das Palissadenparenchym mit einem Milchgefäss in der oberen Seite des Blattes.
Figur 14. Querschnitt durch das Palissadenparenchym mit Schleimzellen und Sclereiden in der oberen Blattseite.
Figur 15. Flächenschnitt durch die obere Epidermis und das Hypoderma.
Figur 16. Flächenschnitt durch die obere Reihe des Palissadenparenchyms der oberen Blattseite.
Figur 17. Flächenschnitt durch die untere Schicht des Palissadenparenchyms.
Figur 18. Flächenschicht durch eine der obersten Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 19. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 20. Flächenschnitt durch das Palissadenparenchym in der unteren Blattseite.
Figur 21. Die untere Epidermis.
Figur 22 Spaltöffnung.

Figur 23. Querschnitt durch eine Wassergewebepartie in der unteren Blattseite.
Figur 24. Eine Hydathode (?) in der unteren Blattfläche.

Derris uliginosa Benth.

Figur 25. Obere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 26. Flächenschnitt durch das Palissadenparenchym in einem jüngeren Blatt.
Figur 27. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms in einem Speicherblatt.
Figur 28. Flächenschnitt durch die oberste Mesophyllschicht in einem Speicherblatt.

Tafel VIII.

Derris uliginosa Benth.

Figur 1. Querschnitt eines jüngeren Blattes.
Figur 2. Querschnitt eines Speicherblattes.
Figur 3. Flächenschnitt durch die oberste Schicht des Schwammparenchyms eines jüngeren Blattes.
Figur 4. Flächenschnitt durch die nächst oberste Schicht desselben.
Figur 5. Flächenschnitt durch die nächst unterste Schicht desselben.
Figur 6. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 7. Eine Hydathode.
Figur 8. Spaltöffnung.

Herpestis Monnieria H. B. & K.

Figur 9. Querschnitt durch ein älteres Blatt.
Figur 10. Flächenschnitt durch das Palissadenparenchym.
Figur 11. Flächenschnitt durch die nächst unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 12. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms.
Figur 13. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 14. Flächenansicht einer Drüse in der oberen Blattseite, von Palissadenzellen umgeben.
Figur 15. Drüse im Querschnitt.
Figur 16. Trichomatisches Gebilde.
Figur 17. Dasselbe, von oben gesehen.
Figur 18. Spaltöffnung.
Figur 19. Hydathoden (?) in der unteren Blattseite.

Avicennia nitida Jacq.

Figur 20. Querschnitt durch eine Lenticellhydathode, schem.

Tafel IX.

Kandelia Rheedii W. & A.

Figur 1. Querschnitt durch ein jüngeres Blatt.
Figur 2. Querschnitt durch das Wassergewebe eines Speicherblattes.
Figur 3. Flächenansicht der oberen Epidermis.
Figur 4. Flächenansicht des oberen Hypoderma.
Figur 5. Querschnitt des Palissadengewebes in der oberen Blattseite
Figur 6. Flächenschnitt durch das Wassergewebe eines Speicherblattes.
Figur 7. Querschnitt durch das Palissadenparenchym der unteren Blattseite.
Figur 8. Flächenansicht des unteren Hypoderma.

Figur 9. Flächenansicht der unteren Epidermis.
Figur 10. Spaltöffnung.
Figur 11. Die Wand eines Loches durch das Blatt im Längenschnitt.

Conocarpus erecta L.

Figur 12. Querschnitt einer Hydathode in der unteren Blattseite.
Figur 13. Querschnitt einer Lenticellhydathode in der unteren Blattseite.
Figur 14. Querschnitt durch das Wassergewebe eines Speicherblattes.
Figur 15. Flächenschnitt der unteren Epidermis.
Figur 16. Flächenschnitt der oberen Epidermis.
Figur 17. Querschnitt des Palissadenparenchyms in der unteren Blattseite.
Figur 18. Wasserspalte im Flächenschnitt.
Figur 19. Luftspalte im Querschnitt.
Figur 20. Querschnitt der äusseren Reihe der Palissadenzellen in der oberen Blattseite.

Kandelia Rheedii W. & A.

Figur 21. Anlage einer Lenticellhydathode im Flächenschnitt.

Tafel X.

Conocarpus erecta L.

Figur 1. Querschnitt eines Speicherblattes.
Figur 2. Querschnitt eines jüngeren Blattes.
Figur 3. Querschnitt durch die innere Reihe der Palissadenzellen in der oberen Seite eines älteren Blattes.
Figur 4. Querschnitt einer Höhle in der unteren Seite des Blattes.
Figur 5. Querschnitt einer inneren Höhle in der unteren Seite des Blattes.
Figur 6. Querschnitt einer Drüse im oberen Rande des Blattstiels.
Figur 7. Schemat. Querschnitt durch den oberen Teil des Blattstiels mit einer Randdrüse und einer desorganisirten Partie an der unteren Seite des Gefässbündels.
Figur 8. Querschnitt durch einen kleinen, inneren Teil der desorganisirten Partie und des epithematischen Gewebes in der unteren Seite des Blattstiels.

Laguncularia racemosa Goerte.

Figur 9. Spaltöffnung.
Figur 10. Querschnitt durch das Blatt mit einer Sclereide (?).
Figur 11. Schemat. Querschnitt einer Hydathode im Blattstiel.
Figur 12. Schemat. Längsschnitt derselben.

Tafel XI.

Laguncularia racemosa Goerte.

Figur 1. Querschnitt durch ein jüngeres Blatt.
Figur 2. Flächenschnitt durch die obere Epidermis und die äussere Reihe des Palissadenparenchyms.
Figur 3. Querschnitt einer Höhle mit einer Drüse in der oberen Blattseite.
Figur 4. Flächenschnitt durch die untere Epidermis mit dem Eingang zu einer Höhle.

Figur 5. Querschnitt durch die äussere Reihe des Palissadenparenchyms in der unteren Blattseite.
Figur 6. Querschnitt durch die innere Reihe des Palissadenparenchyms in der unteren Seite des Blattes.
Figur 6.a. Flächenschnitt durch das Wassergewebe.
Figur 7. Die untere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 8. Querschnitt durch eine Hydathode in der unteren Seite des Blattes.
Figur 9. Schemat. Querschnitt durch den oberen Teil des Blattstiels.
Figur 10. Querschnitt durch den unteren Teil einer Blattstielshydathode.

Pemphis acidula Forst.

Figur 11. Obere Epidermis im Flächenschnitt.
Figur 12. Querschnitt durch die äussere Schicht des Palissadenparenchyms in der oberen Blattseite.
Figur 13. Querschnitt durch die innere Schicht des Palissadenparenchyms in der oberen Seite des Blattes.
Figur 14. Flächenschnitt durch eine der oberen Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 15. Flächenschnitt durch eine der unteren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 16. Flächenschnitt durch eine der inneren Schichten des Schwammparenchyms
Figur 17. Spaltöffnung.
Figur 18. Untere Epidermis im Flächenschnitt.

Tafel XII.

Pemphis acidula Forst.

Figur 1. Querschnitt durch ein Speicherblatt:
a. obere,
b. untere Seite.
Figur 2. Querschnitt durch ein oberes Blatt:
a. obere,
b. untere Seite.
Figur 3. Die innere Fläche der untereren Epidermis.
a. eine gewundene Reihe von Secretzellen,
b. eine derartige Reihe, schemat.
Figur 4. Querschnitt durch das Wassergewebe eines alten Speicherblattes.

Lumnitzeria racemosa Willd.

Figur 5. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 6. Querschnitt durch eine innere Partie des Schwammparenchyms.
Figur 7. Spaltöffnung.

Sonneratia lanceolata Nidz.

Figur 8. Querschnitt durch eine Lenticellhydathode in der oberen Blattseite.

Tafel XIII.

Lumnitzeria coccinea W. & Arn.?

Figur 1. Querschnitt durch die unterste Partie einer Lenticellhydathode in der unteren Seite des Blattes.
Figur 2. Schemat. Querschnitt derselben.

Figur 3. Flächenschnitt durch die obere Epidermis.
Figur 4. Flächenschnitt durch die untere Epidermis.
Figur 5. Querschnitt durch die äussere Reihe des Palissadenparenchyms in der oberen Blattseite.
Figur 6. Querschnitt durch die äussere Reihe des Palissadenparenchyms in der unteren Blattseite.
Figur 7. Querschnitt durch das Blatt:
a. die obere,
b. die untere Seite.
Figur 8. Flächenschnitt durch das Wassergewebe.
Figur 9. Spaltöffnung.

Sonneratia caseolaris Engl.

Figur 10. Querschnitt durch das Blatt.
Figur 11. Flächenschnitt durch die obere Epidermis.
Figur 12. Flächenschnitt durch die untere Epidermis.
Figur 13. Querschnitt durch das Palissadenparenchym der oberen Blattseite.
Figur 14. Querschnitt durch das Palissadenparenchym der unteren Blattseite.
Figur 15. Querschnitt durch das Palissadenparenchym unter einer Hydathode.
Figur 16. Längsschnitt durch eine Hydathode.
Figur 17. Spaltöffnung.
Figur 18. Eine Lenticellhydathode, von der Fläche gesehen.
Figur 19. Flächenschnitt durch eine mittlere Schicht des Wassergewebes mit Speichertracheiden.

Rhizophora conjugata L.

Figur 20. Flächenschnitt durch eine mittlere Schicht des Schwammparenchyms.

Rhizophora Mangle L.

Figur 21. Flächenschnitt durch die unterste Schicht des Schwammparenchyms über einer Atemhöhle.
Figur 22. Flächenschnitt durch eine der mittleren Schichten des Schwammparenchyms.
Figur 23. Querschnitt durch eine Drüse in der unteren Blattseite.

—

Uebersicht der benutzten Litteratur.

F. W. C. Areschoug I. Jemförande undersökningar öfver bladets anatomi, Fysiografiska Sällskapets Minnesskrift, Lund, 1878.

— II. Ueber die physiol. Leist. und die Entw. des Grundgew. d. Blattes, „Acta Societ. Physiograph. Lundensis" T. VIII, 1897.

— III. Om spiralfiberceller i bladen af Sanseviera-arterna., Bot. Notiser, Lund, 1887, p. 146—148

de Bary, A. Vergleichende Anatomie der Veget. Organe. Leipzig, 1877.

Benecke, W. Ueber die Dielsche Lehre von Entchlorung der Halophyten, Pringsheim, Jahrb. für wiss. Bot., B. XXXVI, 1901.

Bokorny, T. Ueber die durchsichtigen Punkte in den Blättern, Flora, Neue Reihe, XL Jahrg., 1882.

Börgesen, F. Halophytvegetationen paa de Dansk. West. Öer., Kjöbenhavn, 1898.

Diels, L. Stoffwechsel und Structur der Halophyten, Pringsheim, Jahrb. für wiss. Bot., B. XXXII, 1898.

Goebel, K. Ueber einige Eigentüml. der Südasiat. Strandveg.; Pflanzenbiolog. Schilderungen, I. Teil, 1889.

Haberlandt, G. I. Eine botanische Tropenreise. Leipzig, 1893.

— II. Physiologische Pflanzenanatomie. 2. Aufl., Leipzig, 1896.

— III. Anat. physiol. Untersuch. über das tropische Laubblatt; II. Ueber wassersecernirende und absorbir. Org., Abt. 1 und 2; Sitzungs-Bericht der Kaiserl. Akadem. der Wissenschaft. in Wien, 1894—95.

Heiden. Anat. Charakteristik der Combretaceen. Bot. Centralbl. XIV Jahrg., B. LV, 1893.

Höhnel, Fr. v. Beitr. z. Pfl. anat. und phys., V, zur Anat. d. Combretaceen; Bot. Zeit., 40. Jahrg., 1882.

Holtermann. Beitr. z. Anat. d. Combretaceen; Christiania Videnskabs Selskabs Forhandlinger, No. 12, 1892.

Hooker & Jackson. Index Kewensis, Oxford, 1893—95.

Hultberg. J. A., Anatomiska undersökningar öfver Salicornia. Acta Universit. Lund. T. XVIII., 1881.

Karsten, G. Ueber die Mangrove-Vegetation im Malay. Archipel., Bibliotheca Bot. H. 22, 1891.

Koehne, E. Lythraceae. Engler u. Prantl. Die Natürl. Pflanzenfam., T. III, Abt. 7. Leipzig, 1898.

Krabbe, G. Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefässpflanzen. Berlin, 1886.

Lesage. Recherches Exper. sur les Modific. des Feuilles chez les Plantes marit., Rev. Gén. de Bot., T. II, 1890.

Minden, M. v. Beitr. zur anat. und physiol. Kenntn. wasser-secernierender Organe, Biblioth. Bot. H. 46, 1899.

Niedenzu, T. Blattiaceae. Die natürl. Pflanzenfam. von Engler u. Prantl, T. III, 7. Abt., Leipzig 1898.

Rosenberg, O. Ueber die Transp. der Halophyten, Öfversigt af Kongl. Svenska Vetensk. Akadem. Förhandlingar, Stockholm, 1897.

Schimper, A. F. W. I. Die ind. malay. Strandflora, Bot. Mitteil. aus den Tropen, H. 3, Jena, 1891.

— II. Die epiphyt. Veg. Amerikas. Bot. Mitteil. aus den Tropen, H. 2. Jena, 1888.

— III. Rhizophoraceae. Die natürl. Pflanzenfam. von Engler u. Prantl, T. III, 7. Abt. Leizig, 1898.

Solereder, H. Systematische Anatomie der Dikotyledonen. Stuttgart, 1899.

Stahl, E. Einige Vers. über Transpir. und Assimil., Bot. Zeitung, Jahrg. 52, 1894.

Tschirch. Ueber einige Bezieh. d. anat. Baues d. Assim. Org. z. Klima und Standort, Halle, 1881.

Volkens, G. Die Flora der ägyptisch-arabischen Wüste, Berlin, 1887.

Warming, E. I. Trop. Fragmente, Engler, Bot. Jahrb. IV, 1885.

— II. Plantesamfund, Kjöberhavn, 1895.

— III. Halophyt-Studier, Kongl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter, Raekke VIII, 4, 1897.

Westermaier, M. Ueber Bau und Funkt. d. pflanzl. Hautgew., Pringsheim, Jahrb., B. XIV, 1884.

Wille, N. Om stammens og bladets bygning hos Avicennia nitida. Bot. Tidskrift, Kjöberhavn, B. 13.

Inhaltsübersicht.

Seite

Die Lebensbedingungen der Mangrovepflanzen und der Halophyten überhaupt 1

I. Allgemeine Uebersicht über die Formveränderungen der parenchymatischen Gewebe des Blattes 4

1. Epidermis 5
Spaltöffnungen 6

2. Das assimilatorische Mesophyll 9
Palissadenparenchym in dorsiventralen Blättern 9
Palissadenparenchym in isolateralen Blättern 12
Schwammparenchym 14

3. Wassergewebe, Schleimzellen, Speichertracheiden und Sclereiden 24

A. Ausschliesslich hyperdermoidales Wassergewebe 24

B. Das Wassergewebe zu gleicher Zeit hypodermoidal und innerhalb des assimilatorischen Gewebes befindlich 25

C. Ein Hypoderma fehlt, Wassergewebe im Inneren des Blattes 27

D Ein besonderes Wassergewebe fehlt . . 28

4. Schleimzellen 29

5. Wassersecernirende Organe 31

A. Drüsen 33

B. Trichome 34

C. Spaltöffnungen 34

D. Epidermiszellen 35

E. Epithematische Hydathoden 36

F. Mechanisch wirkende oder Lenticellhydathoden 38

II. Einzeldarstellung der Combinationen von den verschiedenen Formveränderungen der Gewebe im Blatte 42

1. Blätter dorsiventral mit hypodermoidalem Wassergewebe, wenigstens an der Oberseite 42
Rhizophora 42
R. mucronata Lam. 44
R. conjugata L. 45

Seite

R. Mangle L. 45
Ceriops Candolleana Arn 45
Carapa obovata Blume. . . . 46
Acanthus ilicifolius L. . . . 48
Avicennia nitida Jacq. 50
Scyphiphora caryophyllacea Gaertn. 52

2. Blätter dorsiventral, mit hypodermoidalem und innerem Wassergewebe versehen 55
Aegiceras majus Gaertn. . . . 55
Bruguiera 57
B. gymnorhiza Lam 58
B. eriopetala Wight & Arn. . . 60
B. caryophylloides Blume. . . . 60

3. Blätter isolateral, aber ohne Spaltöffnungen an der oberen Blattfläche und mit transpiratorischem Schwammparenchym . . . 61
Scolopia sp. 61
Anona palustris L. 63
Excoecaria Agallocha L. . . . 64

4. Blätter isolateral, ohne Spaltöffnungen an der oberen Blattfläche, das Schwammparenchym in ein Wassergewebe verwandelt . . . 66
Kandelia Rheedii Wight & Arn. . . . 66

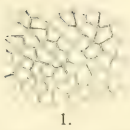
5 Blätter isolateral. Spaltöffnungen an beiden Blattflächen, das Schwammparenchym schliesslich in ein Wassergewebe umgebildet . . 67
Sonneratia caseolaris Engl. . . 67
S. lanceolata Nidz. 69
Pemphis acidula Forst. 69
Lumnitzeria coccinea W. & Arn.? . . 71
L. racemosa Willd. 73
Laguncularia racemosa Gaertn. . . . 73
Conocarpus erecta L. 75

6 Blätter dorsiventral, ohne besonderes Wassergewebe, das ganze Mesophyll schliesslich in ein solches Gewebe verwandelt . . . 77
Derris uliginosa Benth. 77
Herpestis Monnieria H. B. & K. . . 78

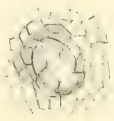
Addenda und Corrigenda.

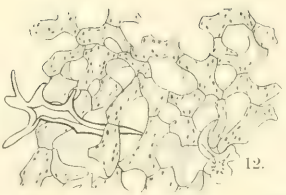
Anm. Es wird gebeten, die Fehler im Texte, deren Zahl in Bezug auf die Nummerbezeichnung der Abbildungen wegen besonderer Umstände unverhältnissmässig gross geworden ist, zu beachten, nämlich:

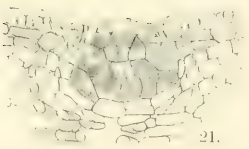
S.	5, Z.	4 v. o.	anstatt	III, 1	lese III, 4.
„	5, „	5 v. o.	„	XII, 1	„ XII, 5.
„	5, „	11 v. o.	„	Conocephalus	„ Conocarpus.
„	7, „	11 v. o.	„	I, 7	„ I, 17.
„	7, „	12 v. o.	„	II, 15	„ II, 10.
„	7, „	15 v. o.	„	X, 7	„ X, 9.
„	7, „	18 v. o.	„	IX, 17	„ IX, 19.
„	7, „	9 v. u.	„	XII, 1	„ XII, 7.
„	7, „	8 v. u.	„	X, 2	„ X, 9.
„	7, „	5 v. u.	„	XIII, 12	„ XII, 7.
„	8, „	8 v. u.	„	Bruguiera caryophylloides	„ Bruguiera eriopetala.
„	9, „	20 v. o.	„	XIII, 1 (betr. L. coccinea)	„ XIII, 7.
„	9, „	20 v. o.	„	XIII, 1 (betr. S. caseolaris)	„ XIII, 10.
„	9, „	21 v. o.	„	VIII, 1 (betr. Herpestis)	„ VIII, 9.
„	9, „	19 v. u.	„	Bruguiera caryophyllacea	„ Bruguiera caryophylloides.
„	9, „	22 v. u.	„	XI, 1, 2 (betr. Conocarpus)	„ X, 1, 2.
„	9, „	20 v. u.	„	IX, 2	„ IV, 2.
„	9, „	17 v. u.	„	VII, 2 (betr. Excoecaria)	„ VII, 12.
„	11, „	23 v. u.	„	VI, 1	„ VI, 7.
„	12, „	2 v. o.	Carapa obovata soll hier ausgehen.		
„	15, „	11 v. o.	anstatt	VII, 7	„ VII, 2.
„	16, „	15 v. o.	„	XIII, 9	„ XIII, 8.
„	16, „	23 v. o.	„	IV, 2	„ IV, 9.
„	28, „	2 v. u.	„	subepidermoidal	„ fast immer subepidermoidal.
„	30, „	13 v. o.	„	III, 28	„ III, 14.
„	36, „	1 v. o.	„	Zellwänden	„ Zwischenwänden.
„	36, „	2 v. u.	„	XI, 8	„ X, 4.
„	39, „	10 v. o.	„	I, 25	„ I, 23.
„	43, „	5 v. o.	„	II, 2	„ II, 1.
„	44, „	21 v. o.	„	I, 12	„ I, 19.
„	47, „	14 v. o.	„	III, 29	„ III, 22.
„	50, „	14 v. u.	„	der Nebenzellen	„ der Schliesszellen.
„	50, „	11 v. u.	wird nach dem Satz hinzugefügt:		(IV. 12.)
„	53, „	19 v. o.	anstatt	I, 12	lese (Schimper, I, 15.)
„	55, „	21 v. o	„	Goerte	„ Gaertn.
„	55, „	1 v. u.	„	IV, 21	„ IV, 18.
„	56, „	5 v. o.	„	V, 18	„ IV, 27.
„	73, „	18 v. o.	„	Goerte	„ Gaertn.
„	74, „	19 v. u.	„	gefüllten	„ gefüllter.
„	77, „	14 v. o.	„	diese	„ dieser.
„	82, „	13 v. u.	„	Gaerte	„ Gaertn.
„	86, „	5 u. 11 v. u.	„	Goerte	„ Gaertn.

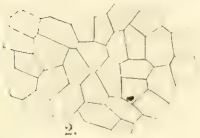

1.

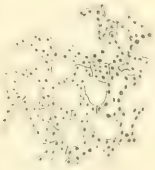
10.


23.


12.

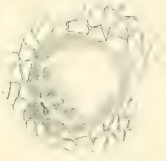

21.

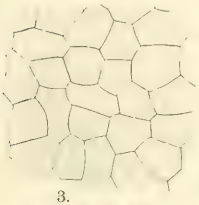

2.

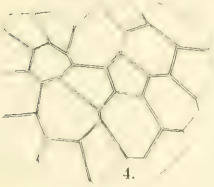

11.

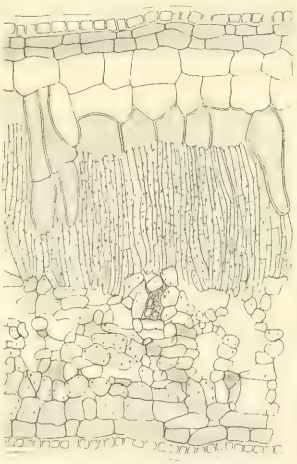
13.

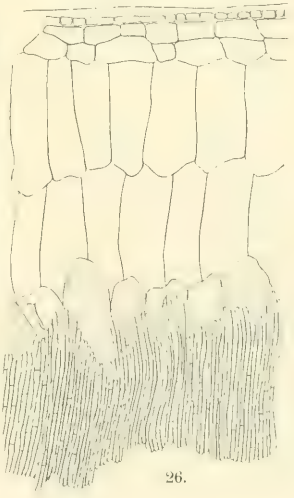
14.


19.

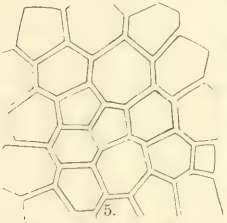

3.

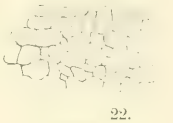

4.

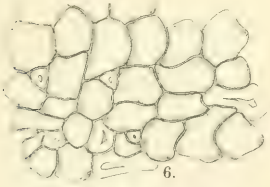

24.

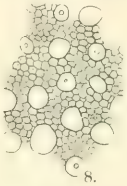

26.

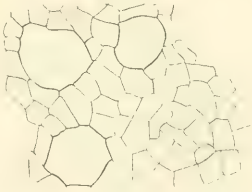
25.

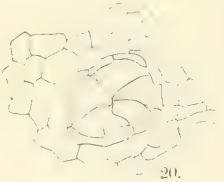

5.

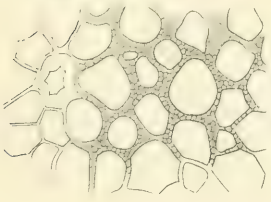

22.

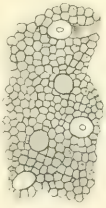

6.

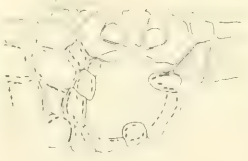

8.

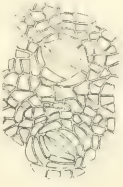

15.


20.


7.


9.

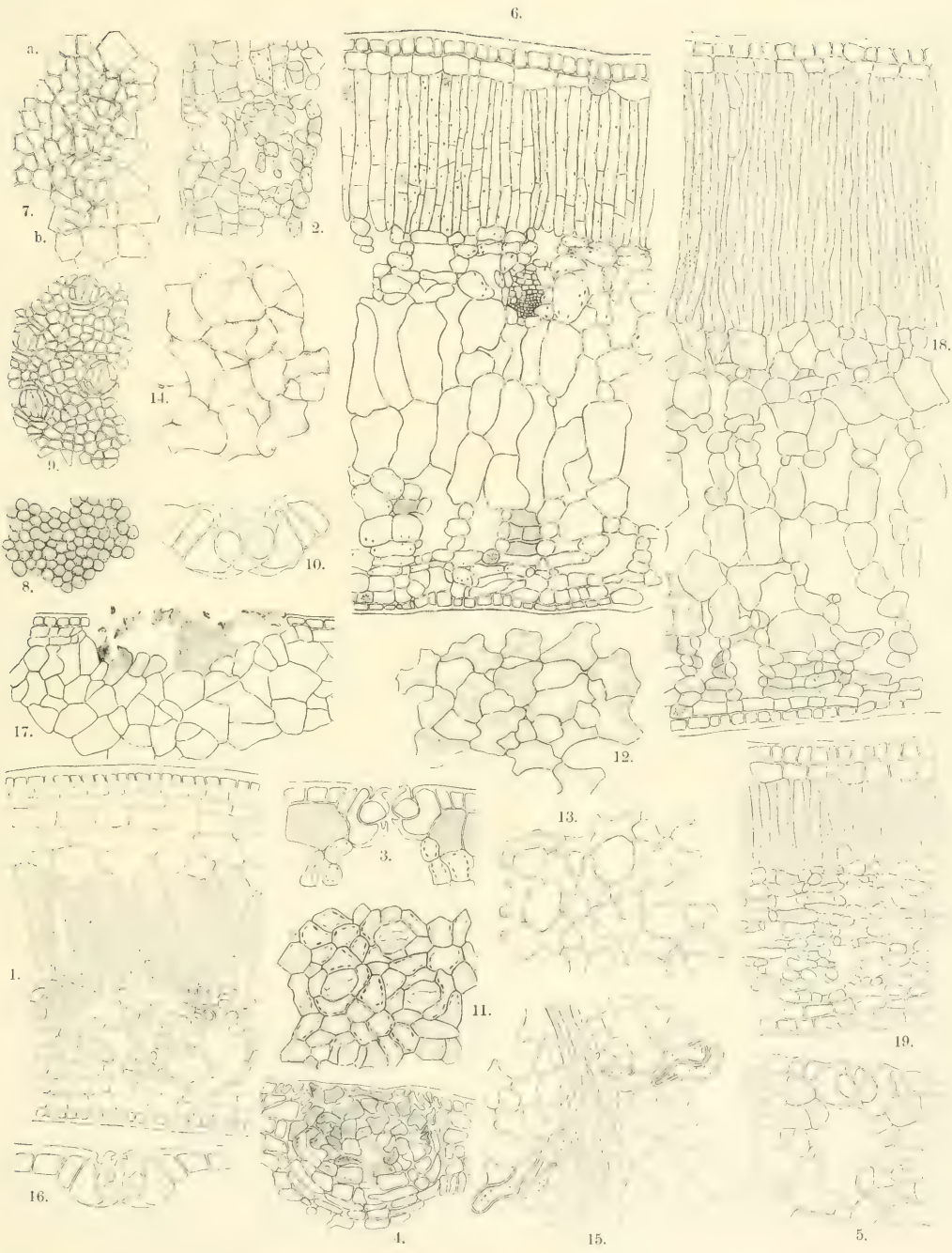

17.


16.

18.

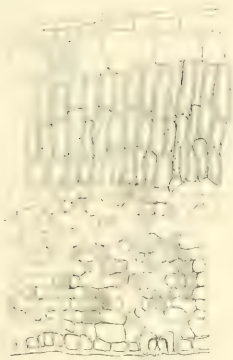
Louise Bergklint gez.

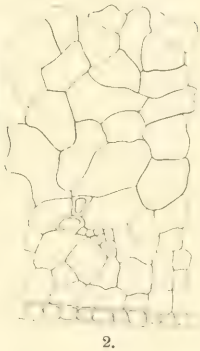
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart

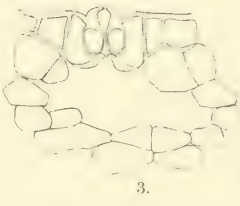


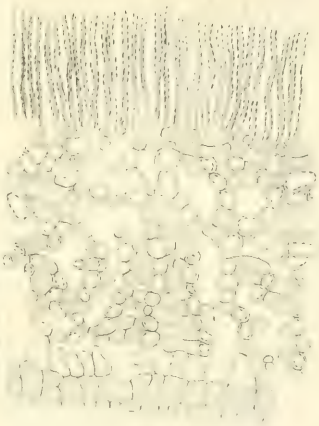
Louise Bergklint gez.

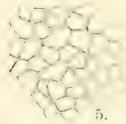
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

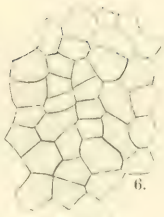

1.

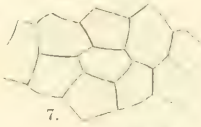

2.


3.

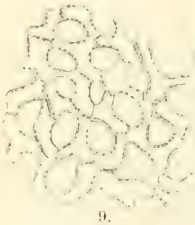

4.

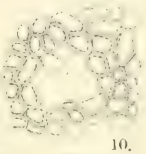

5.

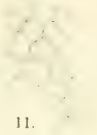

6.


7.

8.

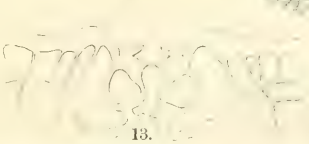

9.

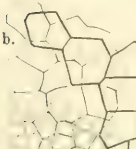

10.


11.

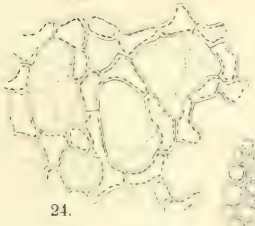
12.

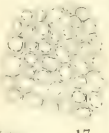
23.

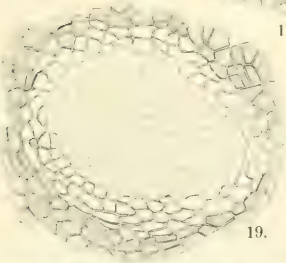

13.


16.

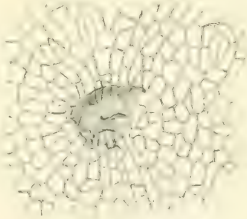
25.


24.

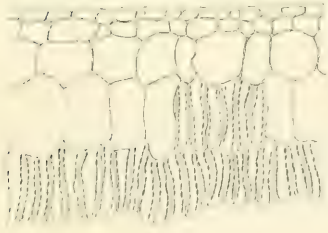

17.

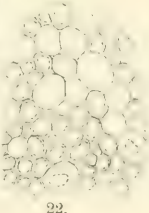

19.

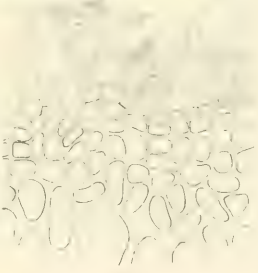
14.


18.

20.


15.

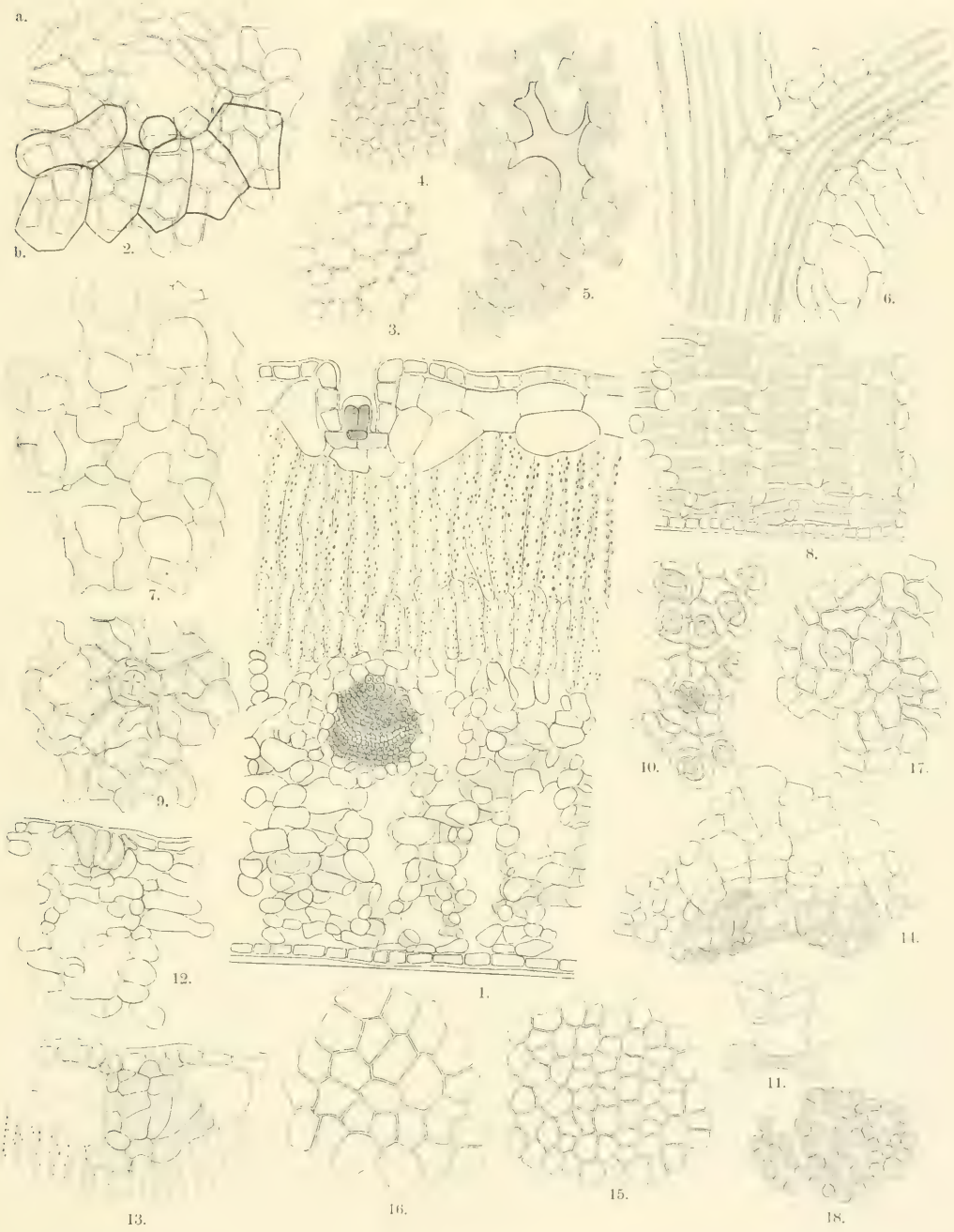

22.


21.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

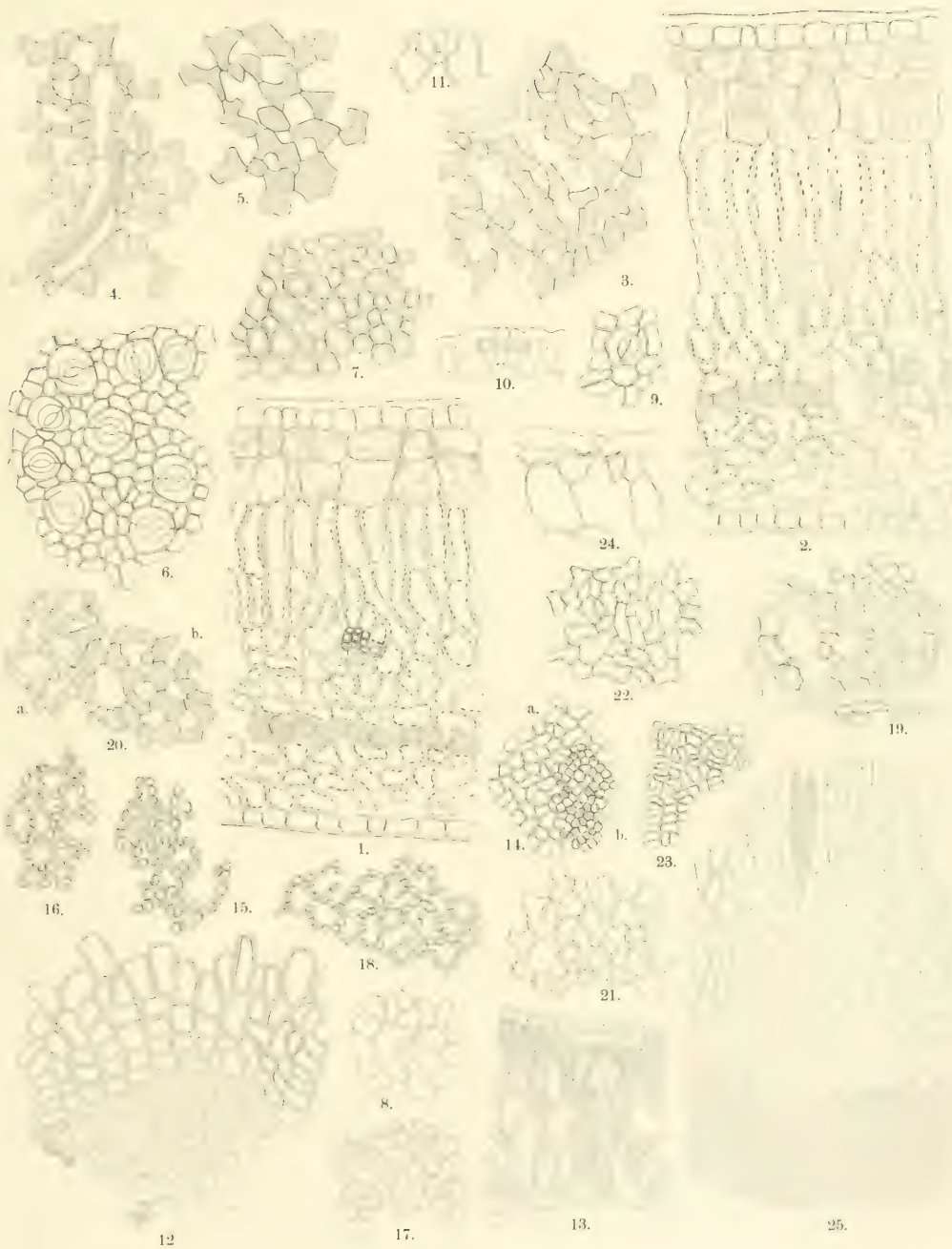
Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.



Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

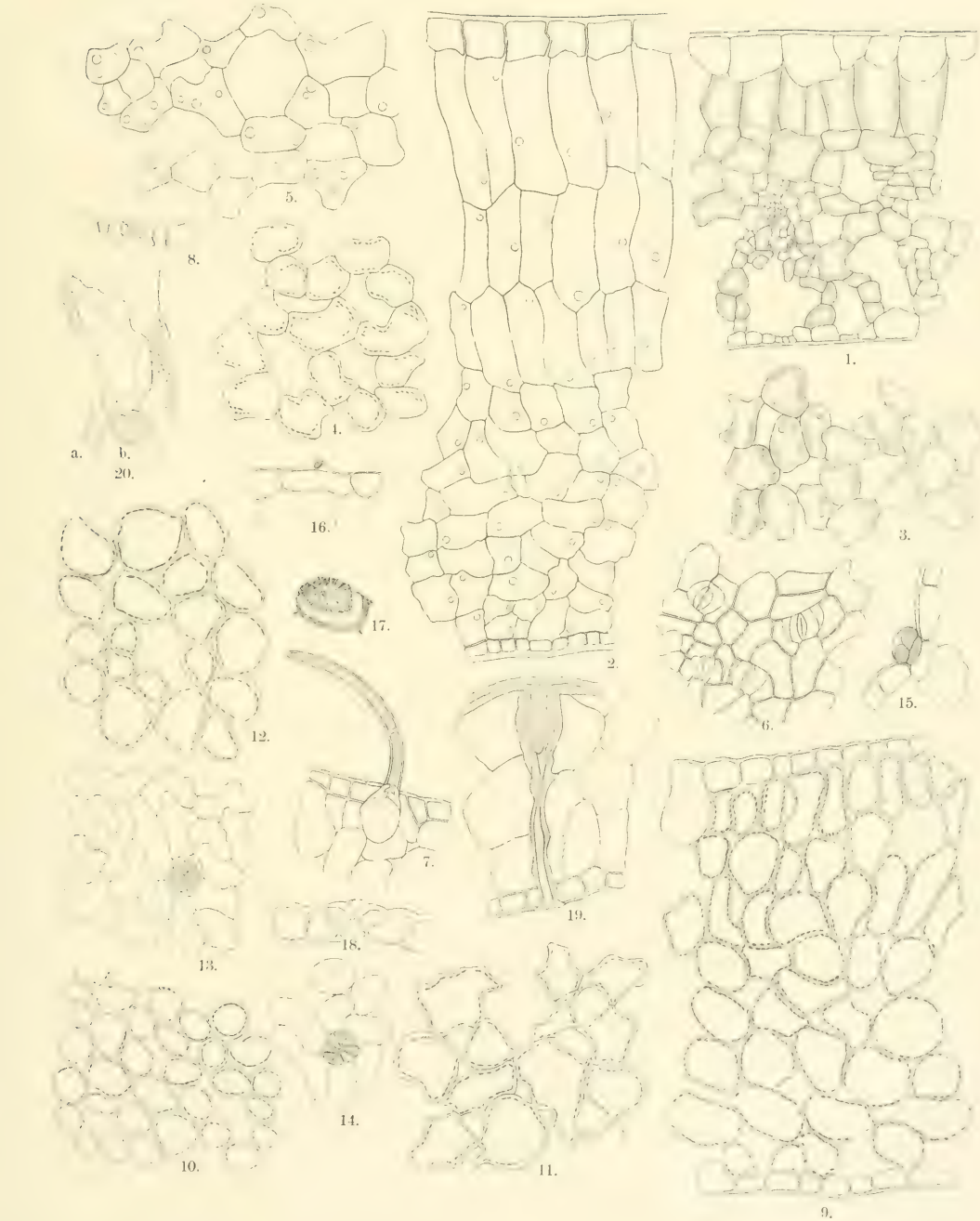


Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

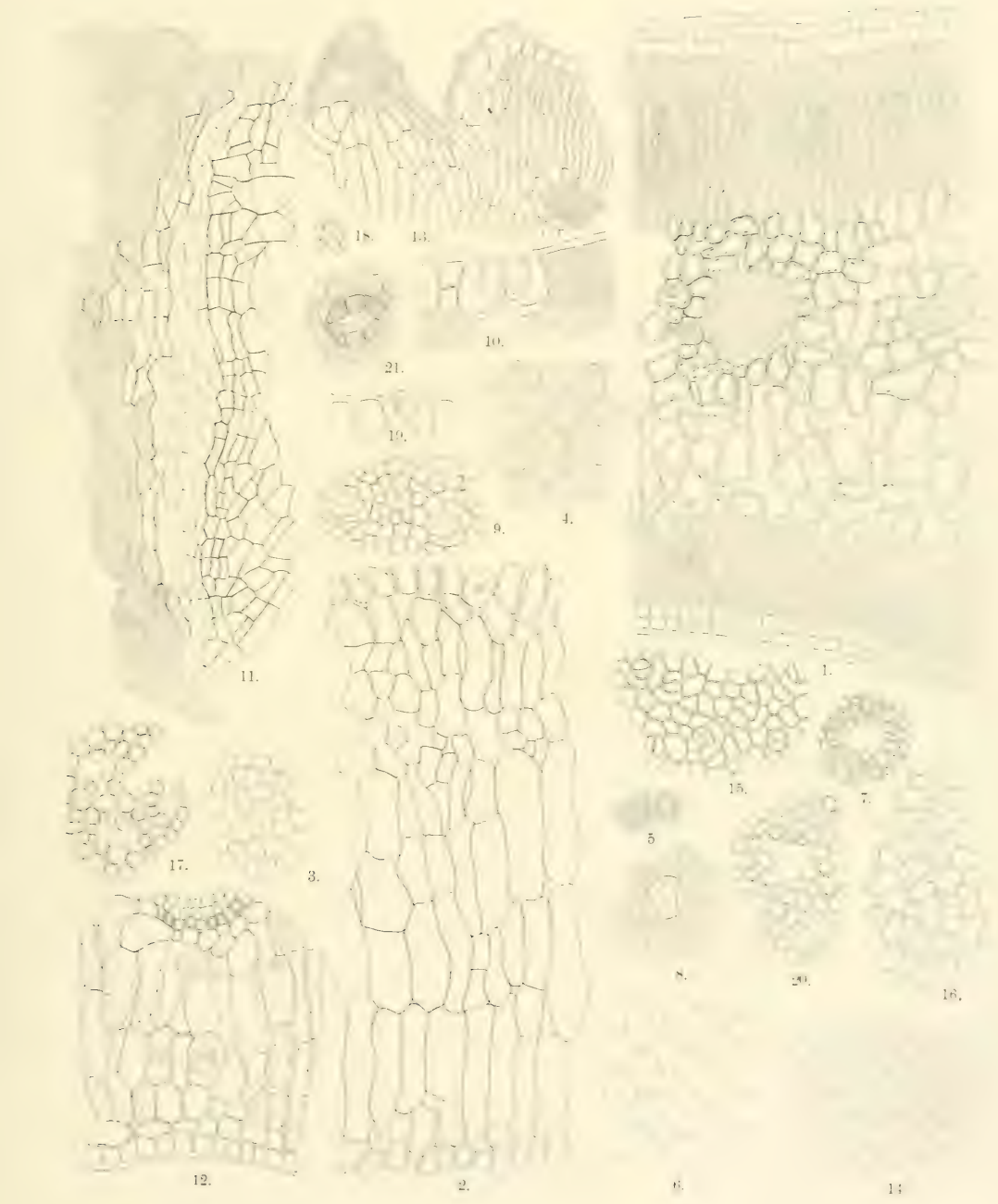
Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.



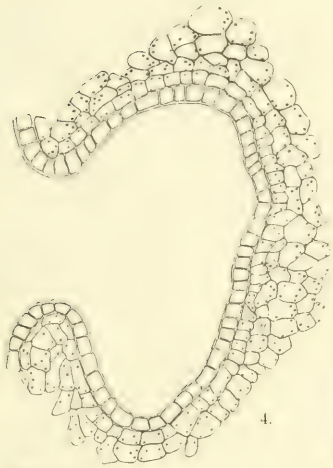
Louise Bergklint gez.

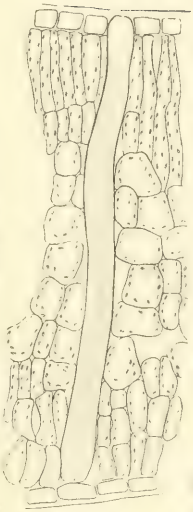
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Kommel & Co., Stuttgart.



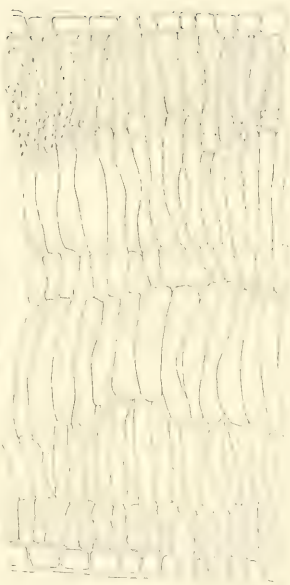
Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

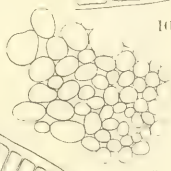

4.

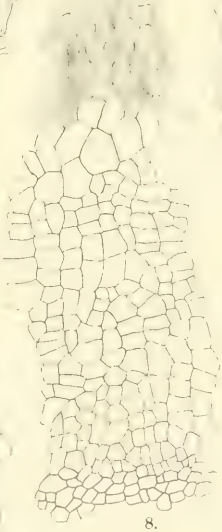

10.

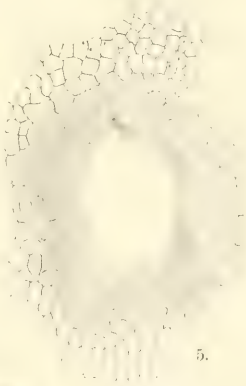
2.

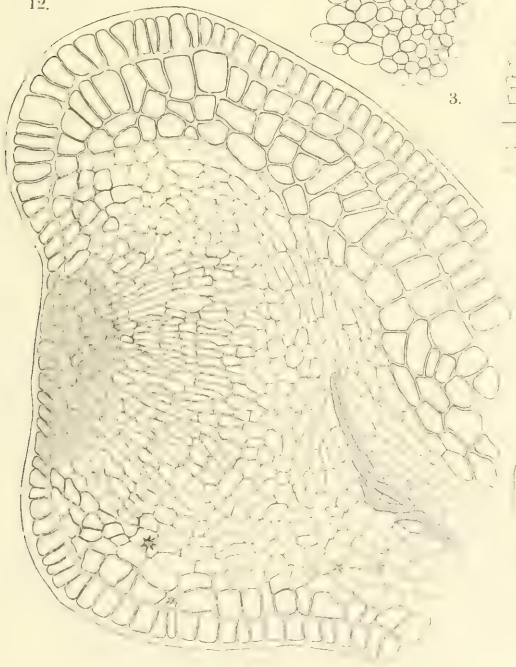

1.

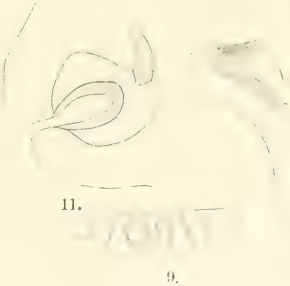
12.


3.


8.


5.


6.


11.

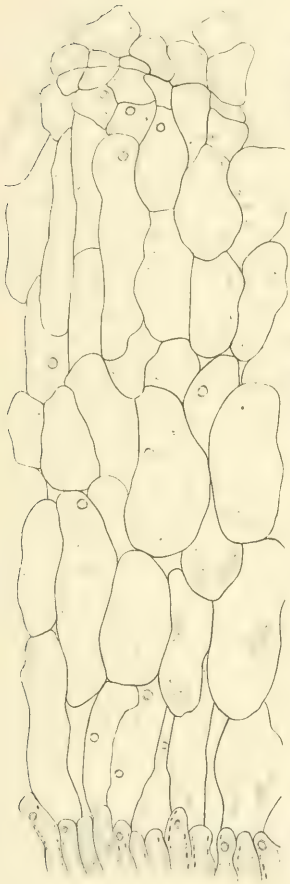
9.

7.

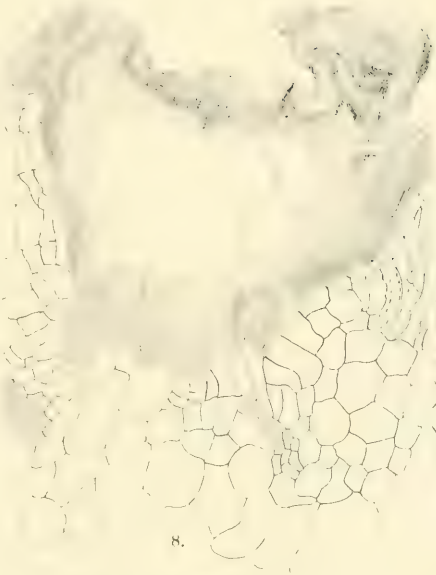
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Louise Bergklint gez.

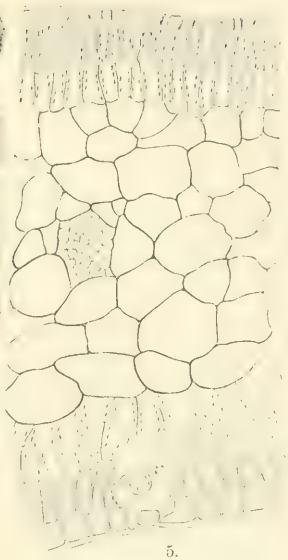
Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.



4.



8.



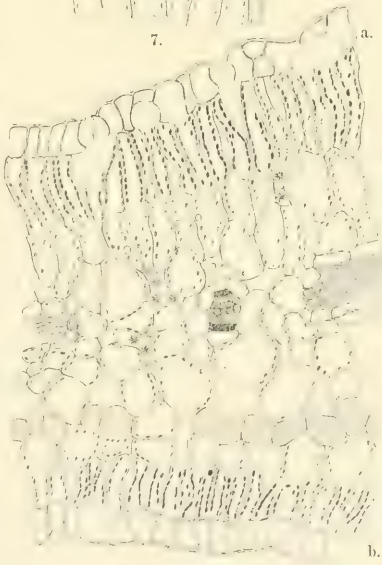
a.

b.

5.

7.

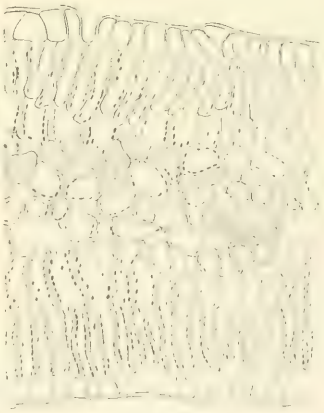
3a.



a.

b.

1.



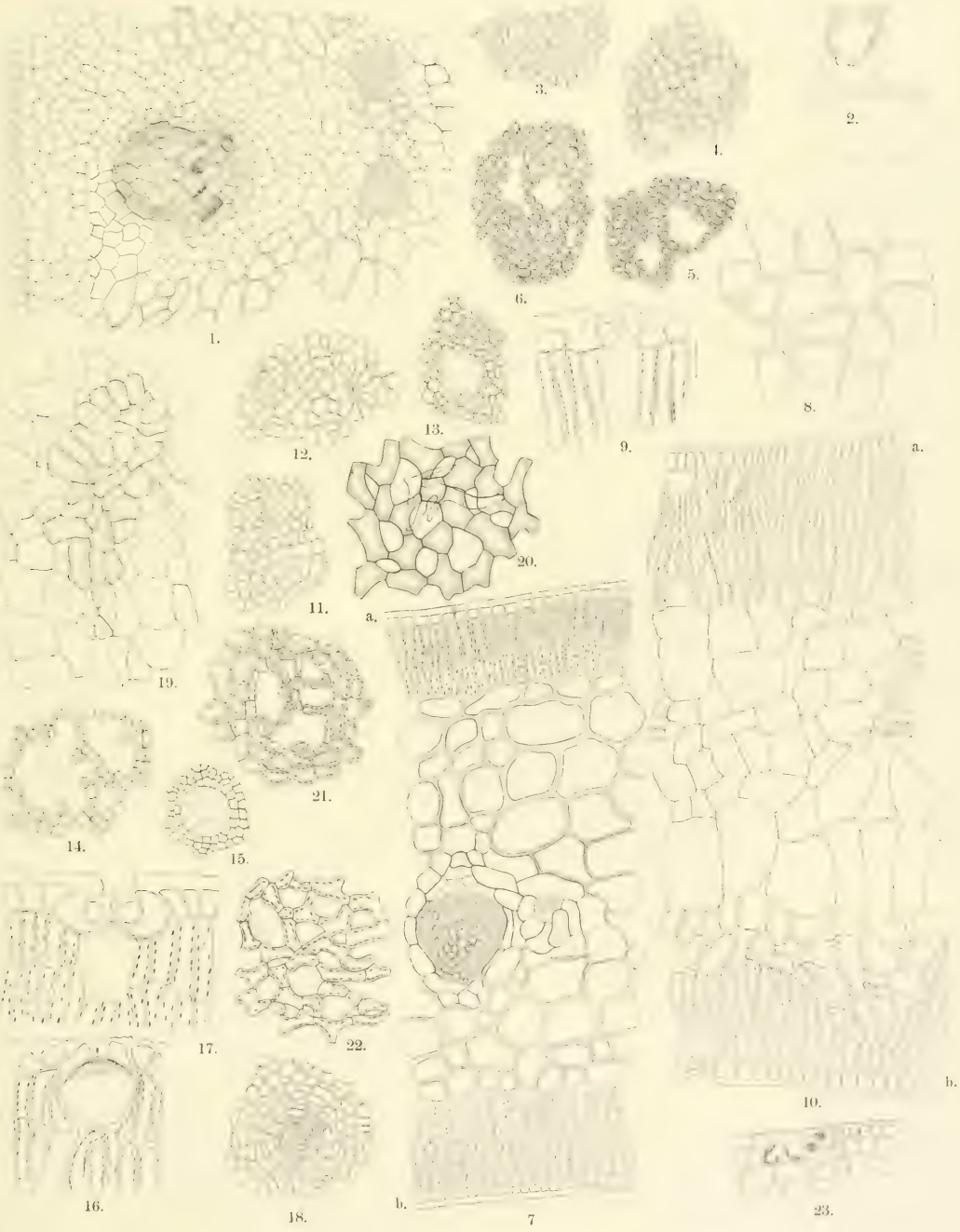
b.

a.

2.

6.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.



Louise Bergklint gez.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Bisher erschienene Hefte der Bibliotheca botanica.

1. **Schenck, Dr. H.**, Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse. Mit 10 Tafeln. Preis 32 Mark.
2. **Zopf, Dr. W.**, Botanische Untersuchungen über die Gerbstoff- und Anthocyan-Behälter der Fumariaceen. Mit 3 farbigen Doppeltafeln. Preis 30 Mark.
3. **Schiffner, Dr. V.**, Ueber Verbascum-Hybriden und einige neue Bastarde des Verbascum pyramidatum. Mit 2 Tafeln. Preis 4 Mark.
4. **Vöchting, Dr. H.**, Ueber die Bildung der Knollen. — Mit 5 Tafeln und 5 Figuren im Text. Preis 8 Mark.
5. **Dietz, Dr. Sándor**, Ueber die Entwickelung der Blüte und Frucht von Sparganium Tourn. und Typha Tourn. Mit 3 Tafeln. Preis 8 Mark.
6. **Schenk, Prof. Dr.**, Fossile Pflanzen aus der Albourskette Mit 9 Tafeln. Preis 8 Mark.
7. **Rees, Dr. Max** und **Dr. C. Fisch**, Untersuchungen über Bau und Lebensgeschichte der Hirschtrüffel, Elaphomyces. — Mit 1 Tafel und 1 Holzschnitt. Preis 5 Mark.
8. **Buchtien, Dr. O.**, Entwickelungsgeschichte des Prothallium von Equisetum. Mit 6 Tafeln. Preis 10 Mark.
9. **Huth, Dr. E.**, Die Klettpflanzen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verbreitung durch Tiere. — Mit 78 Holzschnitten. Preis 4 Mark.
10. **Schulz, Aug.**, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und der Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. I. Teil. Mit 1 Tafel. Preis 8 Mark.
11. **Wigand, Dr. A.**, Nelumbium speciosum. — Nach des Verfassers Tode herausgegeben von Dr. E. Dennert. Mit 6 Tafeln. Preis 12 Mark.
12. **Stenzel, Dr. G.**, Die Gattung Tubicaulis Cotta. Mit 7 Tafeln. Preis 20 Mark.
13. **Geheeb, Adalbert**, Neue Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 8 Tafeln. Preis 10 Mark.
14. **Oltmanns, Dr. Friedrich**, Beiträge zur Kenntnis der Fucaceen. Mit 15 Tafeln. Preis 32 Mark.
15. **Schumann, Dr. C. R. G.**, Anatomische Studien über die Knospenschuppen von Coniferen und dicotylen Holzgewächsen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
16. **Bucherer, Dr. Emil**, Beiträge zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Mit 5 Tafeln. Preis 10 Mark.
17. **Schulz, August**, Beiträge zur Kenntnis der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen. II. Teil. Preis 27 Mark.
18. **Walter, Dr. Georg**, Ueber die braunwandigen, sklerotischen Gewebeelemente der Farne, mit besonderer Berücksichtigung der sog. „Stützbündel" Russow's. Mit 3 farb. Tafeln. Preis 6 Mark.
19. **Beck von Mannagetta, Dr. Günther Ritter**, Monographie der Gattung Orobanche. Mit 4 farbigen Tafeln und 3 Karten. Preis 64 Mark.
20. **Rostowzew, J.**, Die Entwickelung der Blüte und des Blütenstandes bei einigen Arten der Gruppe Ambrosieae und Stellung der letzteren im System. Mit 7 Tafeln. Preis 10 Mark.
21. **Stenzel, Prof. Dr. G.**, Blütenbildungen beim Schneeglöckchen (Galanthus nivalis) und Samenformen bei der Eiche (Quercus pedunculata). Mit 6 Tafeln. Preis 29 Mark.
22. **Karsten, G.**, Ueber die Mangrove-Vegetation im Malayischen Archipel. Mit 11 Tafeln. Preis 24 Mark.
23. **Reinke, J.**, Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Morphologie der Sphacelariaceen Mit 13 Tafeln. Preis 24 Mark.
24. **Berckholtz, W.**, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Anatomie von Gunnera manicata Linden. Mit 9 Tafeln. Preis 20 Mark.
25. **Krick, Fr.**, Ueber die Rindenknollen der Rotbuche. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
26. **Wettstein, Dr. R. von**, Beitrag zur Flora Albaniens. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
27. **Buchenau, Prof. Dr. Fr.**, Ueber den Aufbau des Palmiet-Schilfes aus dem Caplande. (Prionium serratum Drège.) Mit 3 teilweise kolorierten Tafeln. Preis 18 Mark.
28. **Luerssen, Prof. Dr. Chr.**, Beiträge zur Kenntnis der Flora West- u. Ostpreussens. I.—III. Mit 23 Tafeln. Preis 65 Mark.
29. **Pohl, Dr. Jul.**, Botanische Mitteilung über Hydrastis canadensis. Mit 4 Tafeln. Preis 8 Mark.
30. **Eifert, Dr. Th.**, Ueber die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen bei ihrer Keimung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
31. **Groppler, Dr. Rob.**, Vergleichende Anatomie des Holzes der Magnoliaceen. Mit 4 Tafeln. Preis 12 Mark.
32. **Jungner J., R.**, Wie wirkt träufelndes und fliessendes Wasser auf die Gestaltung des Blattes? Einige biologische Experimente und Beobachtungen. Mit 3 Tafeln Preis 10 Mark.
33. **Mäule, C.**, Der Faserverlauf im Wundholz. Eine anatomische Untersuchung. Mit 2 Tafeln. Preis 8 Mark.
34. **Jarius, M.**, Untersuchungen über Ascochyta Pisi bei parasitischer und saprophyter Ernährung. Mit 1 Tafel. Preis 7 Mark.
35. **Schlickum, A.**, Morphologischer und anatomischer Vergleich der Kotyledonen und ersten Laubblätter der Keimpflanzen der Monokotylen. Mit 5 Tafeln. Preis 24 Mark.
36. **Grob, A.**, Beiträge zur Anatomie der Epidermis der Gramineenblätter. Mit 10 Tafeln. Preis 46 Mark.
37. **Zander, R.**, Die Milchsafthaare der Cichoriaceen. Mit 2 Tafeln. Preis 12 Mark.
38. **Gruber, E.**, Ueber Aufbau und Entwickelung einiger Fucaceen. Mit 7 Tafeln. Preis 24 Mark.
39. **Grüss, J.**, Ueber Lösung und Bildung der aus Hemicellulose bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis. Mit 1 Tafel. Preis 7 Mark.
40. **Wahl, Dr. C. von**, Vergleichende Untersuchungen über den anatomischen Bau der geflügelten Früchte und Samen. Mit 5 Tafeln. Preis 16 Mark.
41. **Heydrich, F.**, Neue Kalkalgen von Deutsch-Neu-Guinea (Kaiser-Wilhelms-Land). Mit 1 Tafel. Preis 6 Mark.
42. **Vanhöffen, Dr. E.**, Botanische Ergebnisse der von der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin unter Leitung Dr. v. Drygalski's ausgesandten Grönlandexpedition nach Dr. Vanhöffens Sammlungen bearbeitet. A.: Kryptogamen. Mit 1 Tafel. Preis 12 Mark.

42². B.: Phanerogamen aus dem Ulmanaks- und Ritenbenks-Distrikt. Bearbeitet von Dr. J. Abromeit, Königsberg. Mit 4 Tafeln und 1 Textfigur. 1899. Preis 18 Mark.

43. **Richter, Dr. A.**, Ueber die Blattstruktur der Gattung Cecropia, insbesondere einiger bisher unbekannter Imbauba-Bäume des tropischen Amerika. Mit 5 Doppel- und 3 einfachen Tafeln. Preis 24 Mark.
44. **Geheeb, A.**, Weitere Beiträge zur Moosflora von Neu-Guinea. Mit 21 Tafeln. 1898. Preis 42 Mark.
45. **Darbishire, O. V.**, Monographia Roccelleorum. Ein Beitrag zur Flechtensystematik. Mit 29 Figuren im Text und 30 Tafeln. 1898. Preis 60 Mark.
46. **Minden, M. von**, Beiträge zur anatomischen und physiologischen Kenntnis Wasser-secernierender Organe. Mit 7 Tafeln. 1899. Preis 24 Mark.
47. **Knoch, E.**, Untersuchungen über die Morphologie, Biologie und Physiologie der Blüte von Victoria regia. Mit 6 Tafeln. 1899. Preis 17 Mark.
48. **Fisch, E.**, Beiträge zur Blütenbiologie. Mit 6 Tafeln. 1899. Preis 16 Mark.
49. **Heydrich, F.**, Ueber die weiblichen Conceptakeln von Sporolithon. Mit 2 Tafeln. 1899. Preis 6 Mark.
50. **Hämmerle, J.**, Zur Organisation von Acer Pseudoplatanus. Mit 1 Tafel. 1900. Preis 16 Mark.
51. **Slim-Jensen, J.**, Beiträge zur botanischen und pharmacognostischen Kenntnis von Hyoscyamus niger L. Mit 6 Tafeln. 1901. Preis 18 Mark.
52. **Uexküll-Gyllenband, M. von**, Phylogenie der Blütenformen und der Geschlechterverteilung bei den Compositen. Mit 2 Tafeln. 1901. Preis 18 Mark.
53. **Correns, C.**, Bastarde zwischen Maisrassen, mit besonderer Berücksichtigung der Xenien. Mit 2 farbigen Tafeln. 1901. Preis 24 Mark.
54. **Richter, Dr. A.**, Physiologisch-anatomische Untersuchungen über Luftwurzeln, mit besonderer Berücksichtigung der Wurzelhaube. Mit 12 Tafeln. 1901. Preis 30 Mark

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen

in Königsberg i. Pr.

Heft 57.

F. Heydrich:

Das Tetrasporangium der Florideen,

ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.

Verlag von Erwin Nägele.

1902.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 57.

F. Heydrich:

Das Tetrasporangium der Florideen,

ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung.

Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

Das

Tetrasporangium der Florideen

ein Vorläufer der sexuellen Fortpflanzung.

Von

F. Heydrich,
Wiesbaden.

— — Mit 1 Tafel.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

Alle Rechte vorbehalten.

Universitäts-Buchdruckerei von Carl Georgi in Bonn.

Auf Seite 99 seiner Monographie über Rhodomelaceen[1]) stellt Falkenberg bei Besprechung der weiblichen Organe jener Klasse Vergleiche an zwischen einem Tetrasporangien- und einem prokarpbildenden Segment und kommt zu dem Schluss, dass eine völlige Homologie zwischen beiden bestehe; und zwar erzeuge „dieselbe Zelle, welche an weiblichen Pflanzen nach Fusionierung mit dem befruchteten Karpogon die Karposporen produziert, am Sporenexemplar ohne Befruchtung die Tetrasporen".

In meiner Arbeit über Polysiphonia[2]) war dargelegt, dass sich vielleicht über das Wort „Befruchtung" streiten lässt, dass aber zwei Zellen für das Zustandekommen eines Tetrasporangiums notwendig sind. Schon damals war mir der Gedanke aufgestiegen, das Tetrasporangium möchte ein zurückgebliebenes Glied einer geschlechtlichen Befruchtung sein, indessen wollte ich doch diese Behauptung nicht ohne genügende Beweise aussprechen.

Ausserdem mussten leider in jener Arbeit mancherlei wichtige Punkte unerörtert bleiben, da das Material sich nicht für einen tieferen Einblick eignete. Jetzt ist es mir aber gelungen, einige Spezies herauszufinden, welche sich für diese Untersuchung besonders gut eignen.

Bei der Beobachtung dieses Gegenstandes und bei der Betrachtung der Falkenbergschen Figuren[3]) musste ich mir unwillkürlich die Frage aufwerfen: „Sollte nicht nur eine allgemeine 'Homologie', sondern eine organische Gleichheit zwischen Auxiliarzelle und Tetrasporangium-Mutterzelle bestehen?" Dann aber müsste die Tetrasporangium-Mutterzelle sich einer ähnlichen Fusion unterwerfen, wie dies Oltmanns[4]) von der Auxiliarzelle bewiesen hat.

Dies galt es durch eine Untersuchung festzustellen. Eine für solchen Zweck vorzüglich sich eignende Rhodomelacee ist

Polysiphonia variegata (Ag.) Zan.

Auch hier entstehen, wie bei Polysiphonia violacea[5]) aus einer Perizentralen zwei sekundäre Zellen, welche den tetrasporischen Apparat darstellen. Die eine von diesen ist die Protosporenzelle, die andere die Stützzelle, oder karyoplastische Zelle, wie ich sie von jetzt an bezeichnen will.

Kurze Zeit nach dem Austritt aus der Perizentralen bilden diese beiden zwei isolierte Zellen; indessen will ich nicht in Abrede stellen, dass auch eine geringfügige Verbindung bestehen bleiben kann.

Wenn auch die beiden Fruchtzellen in Grösse und Form einander gleichen, so erfährt diese Gleichheit doch eine ungemein grosse und schnelle Veränderung, sobald die karyoplastische Zelle einen kurzen Verbindungsschlauch nach der Protosporenzelle getrieben hat. Diese Verbindung wird anfangs durch eine

---

[1]) Fauna und Flora des Golfes von Neapel 1901.

[2]) Heydrich, Die Befruchtung des Tetrasporangiums von Polysiphonia. Ber. d. d. Bot. Ges. 1901, p. 55—71.

[3]) Falkenberg, Rhodomelaceen. Fauna und Flora des Golfes von Neapel, 1901, S. 99, Fig. 6 A, B, C.

[4]) Oltmanns, Zur Entwicklungsgesch. der Florideen. Bot. Zeit. 1898, S. 121.

[5]) Heydrich, Die Befruchtung des Tetrasporangiums von Polysiph. Ber. d. d. Bot. Ges. 1901, S. 57.

uhrglasförmige Wölbung des oberen Teiles dieser Zelle veranlasst. Unmittelbar hieran anschliessend teilt sich der Kern der karyoplastischen Zelle (Stützzelle) in zwei Tochterkerne. Der obere dieser Kerne, welcher den Tetrakern[1] darstellt, begiebt sich nun sofort nach seiner Trennung in die uhrglasförmige Wölbung hinein.

Bald nachdem die auswachsende karyoplastische Zelle die Membran der Protosporenzelle erreicht hat, gehen sowohl im Volumen der Zellen als auch in den beiderseitigen Kernen grosse Veränderungen vor. Zunächst platzen an der Berührungsstelle die beiden Membranen auf, und der vorher erwähnte obere Tochterkern, der Tetrakern, tritt in die Protosporenzelle (Tetrasporangium-Mutterzelle ein. Dieser Hergang wird am besten wohl durch die Figur 1 veranschaulicht[2]). Die Form des eindringenden Kernes hängt ganz von der Gestalt der Protosporenzelle ab. Hat z. B. diese eine längliche Form, so nimmt der Eindringling die gleiche Gestalt an; war aber die Protosporenzelle mehr kugelig, so erhält auch der Tetrakern eine solche Gestaltung.

Durch den Eintritt des Tetrakerns wird der Kern der Protosporenzelle, der bisher im Centrum lagerte, nach oben gedrängt und fällt nachher der Vernichtung anheim. Hierbei ist es recht wohl denkbar, dass, wie Oltmanns[3]) dies vom Auxiliarkerne bekundet, gewisse Baustoffe von dem vorhandenen Protosporenkern mit auf den eindringenden Tetrakern übergehen. Eine Wandbildung zwischen Tetra- und Protosporenkern kann nicht stattfinden, da nur zwischen Schwesterkernen Membranbildung eintritt.

Von dem Augenblick an, wo der Verbindungsschlauch sich loslöst, beginnt die Zerstörung des zurückgebliebenen Tochterkerns; erhält aber die karyoplastische Zelle bald wieder neue Tüpfelverbindungen mit den vegetativen Zellen, so bleibt auch jener Kern erhalten.

Der Tetrakern in der Protosporenzelle aber schwillt mächtig an, und zwar so auffallend, dass, trotzdem die letztere sich um das Doppelte vergrössert, er doch fast die ganze Zelle ausfüllt, wie dies Figur 2 zeigt.

Nach all diesen Beobachtungen bleibt nur noch übrig, den Verlauf der Teilung des Tetrakerns in der Protosporenzelle zu verfolgen, welche jetzt erst den Namen Tetrasporangium-Mutterzelle verdient. Kurze Zeit nach dem gänzlichen Losreissen des Verbindungsschlauches erkennt man in der Protosporenzelle das ovale Kerngerüst des eingedrungenen Tetrakerns, sowie zwei kreisförmige, helle Punkte, wie sie in Figur 2 dargestellt wurden. Im weiteren Verlaufe der Untersuchung stellt es sich heraus, dass dies die Centrosphären der Metaphase oder vielleicht schon die beiden Schwesterkerne der Anaphase waren, die, wie Davis[4]) bekundet, sich als zwei helle Punkte auszeichnen.

Eine bei dieser Polysiphonia selten vorkommende Form der entleerten Stützzelle möchte ich noch erwähnen. Gewöhnlich erscheint diese Zelle, nachdem sie ihren Zweck erfüllt hat, als rundliche Blase, die nach verschiedenen Seiten hin Tüpfel erhalten hat. Mitunter aber wird der Verbindungsschlauch zwischen den beiden Fruchtzellen viel tiefer als gewöhnlich inseriert, wodurch eine trichter- oder tellerartige Vertiefung entsteht, auf deren Grunde der Verbindungsschlauch beginnt. Fig. 4. Dieses Vorkommnis kann man sich vielleicht dadurch erklären, dass, da der Verbindungsschlauch von der Stützzelle seinen Ursprung nimmt, die oberen Teile der Zellmembran nach und nach aufgelöst werden und so eine trichterförmige Vertiefung sich bildet.

---

[1]) Ich glaube, dass der Ausdruck „Tetrakern" hier sehr am Platze ist, da nur durch diesen Kern ein Florideentetrasporangium zustande kommt, trotzdem dieser Kern aus einer andern, als der Tetrasporangium-Mutterzelle stammt.

[2]) Recht wohl möglich ist es, dass hier ein ähnlicher Vorgang zu konstatieren ist, wie ihn z. B. Harper in seiner Arbeit „Beitr. zur Kenntnis der Kernteilung und Sporenbildung im Ascus; Ber. d. d. Bot. Ges. 1895, S. (67) Taf. 27, Fig. 13 bekundet, wonach bei der ersten Kernteilung der eine Tochterkern während der Karyokinese die Mutterkernwand durchbricht und in das Cystoplasma frei hineinragt, während der andere Tochterkern in der Kernhöhle verbleibt.

[3]) Oltmanns, Zur Entwicklungsgesch. der Florideen. Bot. Zeit. 1898, S. 133.

[4]) Davis, Tetrasporen-Mutterzelle bei Corall. offic. f. med. Ber. d. d. Bot. Gesellsch. 1898, S. 270, Taf. 16, Fig. 8, 11.

Werfen wir noch einmal nach diesen mitgeteilten Thatsachen einen Rückblick auf die prinzipielle Bedeutung der Fruchtzellen, so können wir uns nur an die Oltmannsschen[1]) entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen halten. Nachdem durch diese Arbeit sicher dargelegt wurde, dass die Rothalgen einen zweiten Befruchtungsakt nicht eingehen, und dass wohl eine Kernverschmelzung zwischen Sperma und Eikern[2]), nicht aber eine Verbindung dieses Fusionskernes mit dem Auxiliarkern nachgewiesen werden kann, belehrte uns dieselbe Arbeit in grundlegender Weise, dass zwar die sporogene Energide in die Auxiliarzelle gelangt, dass aber der Auxiliarkern von dem Karpogonkern zurückgedrängt wird und der Zerstörung anheimfällt. Die Früchte entstehen somit nur durch den Teilkern des Karpogoniums. Dies ist die Hauptsache der Oltmannsschen Lehre.

Eine ungemein interessante Aufgabe ist es nun, vergleichende Betrachtungen zwischen der Entstehung, dem Bau und der Befruchtung des weiblichen Organs von Polysiphonia einerseits und dem tetrasporangischen Apparat andrerseits aufzustellen.

Da fällt schon als eine Analogie in den ersten Anfängen uns auf, dass beide aus je einem Segment hervorgehen. Dieses wieder gliedert eine perizentrale Zelle ab, aus der sich der betreffende Apparat in sexueller oder in tetrasporangialer Richtung abzweigt.

Die unmittelbare Weiterentwicklung vollzieht sich nun, wie die Figuren bei Falkenberg[3]) beweisen, in umgekehrter Weise. Während nämlich beim sexuellen Apparat die fertile Pericentrale die karpogonen Fäden in peripherischer Richtung abgliedert, vollführt dieselbe fertile Pericentrale die Trennung des tetrasporischen Apparats nach innen, also in der Richtung der Centrale aus.

Trotz dieser scheinbaren Differenz entsteht an derselben Stelle, wo die Auxiliarzelle gebildet wird, die Protosporenzelle (Tetrasporangium-Mutterzelle). Dass die Schutzzellen andere sind, darf uns hier nicht beirren, sie üben doch einen Einfluss auf die Fruchtzellen nicht aus.

Merkwürdig ist auch die übereinstimmende Thätigkeit der karyoplastischen Zelle (Stützzelle) des Tetrasporangiums und der gemeinsamen Tragzelle der Auxiliarzelle und des Karpogonastes[4]). In beiden Fällen produzieren sie schliesslich diejenige Energide, welche zum Zustandekommen der Sporen nötig ist. Dass die Tragzelle beim weiblichen Apparat auf Umwegen zur Ausübung ihrer Thätigkeit geleitet wird, während beim Tetrasporangium eine direkte Verbindung obwaltet, kann unser Urteil hierüber nicht ändern, da nahe und ferne Fusionierungen im sexuellen Apparat der Florideen nur allzuhäufig angetroffen werden.

Ferner finden wir, dass genau so, wie der sporogene Kern den Auxiliarkern, so auch der Tetrakern den Protosporenkern verdrängt, um sich selbst an die Stelle derselben zu setzen. Diesen eingedrungenen Kernen wird in beiden Fällen die Aufgabe der Sporenbildung zu teil.

Fauchea repens (Ag.) Mont.

Eine andere zur Untersuchung geeignete Floridee ist Fauchea repens (Ag.) Mont., von welcher mir durch die Güte der zoologischen Station zu Neapel[5]) lebendes Material zur Verfügung stand.

Nach Schmitz[6]) lassen sich die Zellkerne von Griffithsia etc. wegen ihrer stark lichtbrechenden Eigenschaften als helle Punkte „sehr deutlich und leicht“ erkennen. In hohem Masse ist dies bei Fauchea der Fall, zumal da die jüngeren Tetrasporangienzellen sehr durchsichtiges Plasma besitzen.

---

[1]) Bot. Zeit. 1898, S. 99—140.

[2]) Wille, Befrucht. bei Nemalion. Ber. d. d. Bot. Gesellsch. 1894, S. (59), Fig. 1—6.

[3]) Falkenberg Rhodomelacem. Neapel 1901. S. 99.

[4]) Siehe hierüber Engler u. Prantl, I, II, S. 424. Fig. 242, E. f.

[5]) Ich erlaube mir auch an dieser Stelle den Herren dieser Anstalt, besonders Herrn Dr. Lo Bianko meinen verbindlichsten Dank für die wiederholten Zuwendungen auszusprechen.

[6]) Schmitz, Zellkerne der Thallophyten. Ber. der Niederrheinischen Naturf. Gesellsch. Bonn, 1880, S. 126.

Hier liegen bekanntlich die Tetrasporangien in Nemathecien gebettet. Am Grunde dieser langen Fäden findet man leicht sämtliche Entwicklungsstadien heraus. Das junge Tetrasporangium besteht aus einer ovalen Zelle, deren Länge das Ein- bis Dreifache des Durchmessers beträgt. Die Tetrasporangium-Mutterzelle ist mit der vegetativen Fruchtzelle durch einen langen Tüpfelschlauch verbunden, der bald zerstört wird, weshalb das Tetrasporangium noch vor der weiteren Entwicklung frei zwischen den Nemathecienfäden sich befindet. Vor Beginn der tetrasporangialen Teilungen liegen in jeder Zelle zwei weit von einander gestellte gleich grosse Kerne, der eine oben, der andere unten (Fig. 5).

Sobald aber die Fruchtbildung einsetzt, teilt sich der untere und schickt seinen oberen Tochterkern in das Centrum der Tetrasporangium-Mutterzelle (Fig. 6, 7). In diesem Augenblick besitzen alle drei Kerne die gleiche Grösse (Fig. 6).

Diese Übereinstimmung der Grössenverhältnisse währt aber nur kurze Zeit; denn kaum hat der centrale Kern seinen Standpunkt inne, so vergrössert er sich schnell, sodass er um das Dreifache seine beiden Mitinsassen übertrifft, um sofort zu der bereits früher beschriebenen tetraedrischen Teilung überzugehen. Die erste Phase dieser Teilung ist durch Fig. 8 dargestellt. Der obere Kern, der Protosporenkern, fällt nach dem Wachsen des centralen der Vernichtung anheim, der untere dagegen der karyoplastischen Zellenabteilung wird von seinem Schwesterkern durch eine leichte Zellmembran abgegrenzt, geht aber auch nach und nach verloren (Fig. 7).

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, dass der untere, ungeteilte Kern dem Zellkern der karyoplastischen Zelle (Stützzelle) von Polysiphonia gleichkommt, während der obere den Protosporenzellkern darstellt. Hier wie dort teilt sich nur der untere Kern und zwar in den zurückbleibenden und in den Wanderkern. Letzterer entspricht wiederum in seiner ganzen Entwicklung dem eindringenden Tetrakern von Polysiphonia. Auch in der Vernichtung der beiden zurückgebliebenen Kerne herrscht vollkommene Gleichheit mit den analogen Kernen von Polysiphonia, nur mit dem Unterschied, dass die Trennung der karyoplastischen Zelle bei Fauchea später und nicht so intensiv erfolgt wie bei Polysiphonia.

Ceramothamnion Richards etc.

Vollkommen gleiche Entwicklungszustände in Bezug auf die tetrasporangialen Zellen weisen Ceramothamnion Codii Richards (Fig. 9), Gelidium crinale (Turn.) J. Ag. f., spatulatum (Ktz.) Hauck (Fig. 10), Cruoriella Dubyii (Crouan) Schmitz (Fig. 11, 12)[1]) und Peyssonellia rubra (Grev.) J. Ag. auf. Ceramothamnion hat Richards in der Phycotheca Boreali-Americana von Collins, Holden und Setchell unter n. 845 verteilt und vorzügliche Glimmerpräparate beigegeben.

In den jungen, noch ungeteilten Tetrasporangien zeigen sich deutlich zwei viel dunkler als die übrigen gefärbte Zellen, und zwar eine obere längliche und eine untere halbmondförmige (Fig. 9). Wir haben in dieser Zellteilung ein Mittelstadium jener Abgrenzung zwischen Protosporen- und karyoplastischer Zelle. Die Einzelheiten der Fusion lassen sich aber hier wegen des scharf gefärbten Plasmas nicht verfolgen. Auf Seite 2 hatte ich von der trichterförmigen Stützzelle von Polysiphonia gesprochen: vergleicht man hieraufhin die untere, scharf gefärbte Zelle von Ceramothamnion, so kann eine völlige Gleichheit schon in der äusseren Entwicklung der beiden Fruchtzellen wohl kaum in Abrede gestellt werden. Das soeben über Ceramothamnion Gesagte gilt auch für die übrigen erwähnten Species (Fig. 9—12).

Callithamnion Lyngb. etc.

Suchen wir in der grossen Masse von Florideen nach weiteren Beispielen, so besitzen wir in Callithamnion seirosperum Griff. f. lanceolata Ktz. (Fig. 13), Spiridia filamentosa (Wulf.) Harv. und Delesseria ruscifolia (Turn.) Lamour. drei Repräsentanten eines noch einfacheren Typus in der Entwicklung des

[1]) Dieses Material von Cruoriella erhielt ich durch die Bereitwilligkeit des Herrn Prof. J. Chalon, dem ich für seine wiederholten Zuwendungen auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte.

Tetrasporangiums; denn bei diesen drei genannten Gattungen geht der Fusionsprozess in einer einzigen Zelle der Tetrasporangium-Mutterzelle selbst vor sich, ohne die geringsten Trennungen früher oder später eintreten zu lassen.

Die Einfachheit dieses Typus kann uns jedoch nicht befremden, da im ganzen Reiche der Florideen, wie Schmitz bewiesen hat, auch die geschlechtlichen Befruchtungsvorgänge vom Kompliziertesten zum Einfachsten herabsteigen. Stellen wir auch hier noch einen unerlässlichen Vergleich zwischen einer Tetrasporangium-Mutterzelle von Callithamnion seirospermum und der Auxiliarzelle von Callithamnion byssoides Arn. an, so finden wir, dass sowohl der sexuelle als auch der tetrasporangiale Apparat aus einer Zelle hervorgeht, ebenso aber wird anfangs Auxiliarzelle und Tetrasporangium-Mutterzelle durch je eine längliche Zelle dargestellt. Die erstere grenzt nun, wie bekannt, nach der Befruchtung eine untere Zelle ab, die bei der ungeschlechtlichen nicht mehr gebildet wird, was uns aber nach dem vorher Gesagten nicht verwundern kann.

Noch ein anderer Vergleich lässt sich in bezug auf gewisse Zellen von Callithamnion byssoides und der Tetrasporangium-Mutterzelle von Call. seirospermum beibringen. Bekanntlich trägt das erstere Callithamnion die sexuellen Organe auf ein und demselben Individuum. Häufig treten nun alleinstehende Zellen auf (Fig. 18), die sowohl einer Tetrasporangium-Mutterzelle, als auch einer einzelnen Auxiliarzelle so ähnlich sehen, dass ich sie mindestens für eine alleinstehende Auxiliarzelle halte, die, weil sie nicht am sexuellen Apparat angebracht ist, steril bleibt. Eine solche Zelle, welche zwei Kerne besitzt, würde zweifellos zur Tetrasporangium-Mutterzelle erhoben werden, wenn der untere Kern sich teilte. Aber nicht nur diese homologe Erscheinung tritt auf, sondern es legt sich sogar zwischen die beiden Zellkerne eine unvollständige Zellmembran, ähnlich wie bei der Tetrasporangium-Mutterzelle von Fauchea. (Fig. 7.)

Hypnea Lam.

Bis hierher war die Übereinstimmung in der Entwicklung der verschiedenen Genera leicht durch die Form und die Stellung der beteiligten Zellen nachzuweisen, besonders weil auch die Teilung der späteren Tetrasporangien eine gleiche war; aber es giebt bekanntlich unter den Florideen zwei grosse Gruppen von Tetrasporangien, nämlich tetraedrisch und zonenförmig geteilte, und dieser müssen wir noch Erwähnung thun. Ein solches zonenförmig geteiltes Florideentetrasporangium habe ich in meiner Arbeit über Sphaeranthera[1]) beschrieben und dort mitgeteilt, dass die befruchtende Energide von oben in die Tetrasporangium-Mutterzelle eindringe. Sollte also diese erste Beobachtung richtig sein, so müssten die beteiligten Fruchtzellen bei solchen Florideen umgekehrt angeordnet liegen, wie bei den bisher besprochenen.

Dies ist sehr leicht aus der Untersuchung von Hypnea musciformis (Fig. 14, 15) festzustellen. Die kleinen Fruchtästchen dieser Alge zeigen im Querschnitt innen grössere, lockere, rundliche Zellen, welche nach aussen je zwei bis drei kleinere entsenden. Am Grunde dieser kleinzelligen Schicht entstehen die Tetrasporangien an Stelle zweier Rindenzellen.

In der ersten Entwicklung besitzt die junge tetrasporangiale Zelle eine verkehrt keulige Form, und zwar so gestellt, dass der verdickte Teil nach dem Centrum des Sprosses gerichtet erscheint. Diese Zelle liegt in einer dicken, wasserhellen Membran, wie Fig. 14 zeigt. Tritt die Pflanze in die weitere Entwicklung der Frucht ein, so teilt sich der Griff der Keule sichelartig ab, so eine untere, ovale und eine obere, halbmondförmige Zelle hervorbringend. Aus der unteren entsteht das Tetrasporangium, die obere wird aus der gemeinsamen Hülle ausgeschieden und zerstört; indessen kann man sie noch lange

[1]) Heydrich, Die Entwicklungsgeschichte des Corallinecengenus Sphaeranthera Heydrich, in Mitteilungen aus d. Zool. Station zu Neapel 14. Bd. 3. u. 4. Heft 1901.

Zeit in ihrem Absterben verfolgen, wie Fig. 15 darstellt. Auch hier brauche ich wohl kaum einen grösseren Beweisapparat in Bewegung zu setzen, um darzuthun, dass die obere, halbmondförmige Zelle der karyoplastischen Zelle von Polysiphonia und Ceramothamnion entspricht.

Dudresnaya Bonnem.

Zuletzt füge ich noch die Entwicklung des Tetrasporangiums von Dudresnaya coccinea (Fig. 16, 17) hinzu, wo dieselben Verhältnisse, wie bei Fauchea, auftreten, nur in umgekehrter Zelllage. Die Tetrasporangien befinden sich hier nicht am Grunde, sondern an Stelle der zwei letzten Glieder der peripherischen Schicht und unterscheiden sich von den vegetativen Zellen nur durch ein wenig grössere Dimension und durch dichteres Plasma.

Anfangs bemerkt man nur zwei Kerne, sobald aber die Entwicklung soweit vorgeschritten ist, dass die Mutterzelle zur Fruchtbildung sich anschickt, teilt sich hier nun nicht der untere Kern, wie bei Fauchea, sondern der obere in zwei Tochterkerne, wovon der untere dieser beiden, d. h. der mittlere der nunmehr dreikernigen Zelle zum Tetrakern erhoben wird, wie Fig. 16 bekundet. Dann schnürt sich der oberste, karyoplastische Zellteil mit dem zurückgebliebenen Schwesterkern ab und ist häufig als gekörnte Masse auf der Spitze des Tetrasporangiums noch einige Zeit und zwar zwischen der ursprünglichen und der neuen Membran zu erkennen (Fig. 17). Der hier unterste Kern, der Protosporenkern, fällt wie bei allen übrigen behandelten Species der Vernichtung anheim.

Nach analogen sexuellen Beispielen dieser beiden letzten Species, wo das Karpogonium also direkt auf der Auxiliarzelle sattelförmig aufsitzt, brauchen wir wohl nicht lange zu suchen, da dies fast bei sämmtlichen Helminthocladiaceen und Chaetangiaceen der Fall ist.

Zusammenfassung.

Halten wir nun den unerlässlichen Rückblick, so darf wohl zunächst wiederholt werden, dass der Beweis für eine Kernverschmelzung, wie sie bei einem Befruchtungsprozess häufig stattfindet, nicht erbracht werden konnte; doch glaube ich lückenlos dargethan zu haben, dass der Kern der karyoplastischen Zelle oder des karyoplastischen Zellteils die eigentliche befruchtende Energide darstellt und folglich mit Recht mit der sporogenen verglichen werden kann, und wie diese schliesslich allein zur Bildung der Sporen übergeht.

Wie innig der Zusammenhang von geschlechtlichen und ungeschlechtlichen Fruchtanlagen sein muss, geht auch aus dem Umstand hervor, dass bei einigen Rhodophyceen[1]) diese drei Organe auf ein und demselben Individuum vorkommen. Auch ist die Frage noch keineswegs entschieden, ob aus den Sporen des Tetrasporangiums ausschliesslich ungeschlechtliche Exemplare hervorgehen, oder, was ich fast glaube, auch männliche oder weibliche.

In biologischer Beziehung scheint aber die vorliegende Beobachtung das grösste Interesse beanspruchen zu dürfen; denn sobald wir annehmen, dass sämtliche Individuen vom Einfachsten zum Komplizierteren sich entwickelt haben, so stellt das Florideentetrasporangium gegenüber dem sexuellen Apparat dieser Klasse zweifellos den einfacheren Zustand dar, und wir können also aus diesem Grunde vermuten, dass der sexuelle Apparat erst später hinzugekommen ist; mit anderen Worten: auf Grund der vorliegenden Untersuchungen wird das Florideentetrasporangium als ein echter Sporophyt anzusehen sein, der aber zur Sicherung der Fortpflanzung nicht mehr ausreichte, weshalb der Gametophyt[2]) noch hinzukam.

Wiesbaden, den 18. Februar 1902.

---

[1]) Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien I, II, S. 301.

[2]) Vergl. Oltmanns, Zur Entwicklungsgeschichte der Florideen. Bot. Zeitung 1898. S. 138.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Figuren sind im optischen Durchschnitt nach frischem oder Spiritusmaterial gezeichnet, welches in Wasser untersucht und in Glycerin nachgeprüft wurde.

Fig. 1. Polysiphonia variegata C. Ag. Der tetrasporangiale Apparat. Die untere Zelle stellt die karyoplastische Zelle (Stützzelle), die obere die Protosporenzelle (Tetrasporangium-Mutterzelle) dar. Der Schwesterkern der karyoplastischen Zelle ist als Tetrakern soeben von unten in die Protospore eingedrungen; der Zellkern der Protospore ist oberhalb nur noch als kleiner Kern zu erkennen. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 2. Dasselbe wie Figur 1, nur weiter vorgeschritten. Der eingedrungene Tetrakern in der Karyokinese. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 3. Tetrasporangium-Mutterzelle von Polysiphonia variegata C. Ag, Der Tetrakern hat die erste tetraedrische Teilung vollendet. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 4. Dasselbe wie Figur 1. Vollendete tetraedrische Teilung der Tetrasporangium-Mutterzelle mit trichterförmiger karyoplastischer Zelle (Stützzelle). Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 5. Tetrasporangium-Mutterzelle von Fauchea repens (Ag.) Mont.; jüngstes Stadium mit nur zwei Zellkernen. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 6. Dasselbe wie Figur 5, weitere Entwicklung. Der untere Kern des karyoplastischen Zellteils hat zwei Tochterkerne gebildet. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_{12}$.

Fig. 7. Dasselbe wie Figur 5 und 6, weitere Entwicklung. Der obere Schwesterkern der Figur 6 ist zum Tetrakern erhoben, hat seine zentrale Stellung eingenommen und beginnt an Grösse zuzunehmen. Der karyoplastische Zellteil erhält eine dünne Trennungsmembran. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}-^{1265}/_1$.

Fig. 8. Dasselbe wie Figur 5—7, weitere Entwicklung. Der Tetrakern der Figur 7 in beendeter Anaphase. Die Kerne des Protosporen- und des karyoplastischen Zellteils sind zerstört. Zeiss Ocular 6, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 9. Ein junges Tetrasporangium von Ceramothamnion Codii Richards. Die zwei langen, grossen, hellen Zellen stellen die monosiphone Achse dar; zwischen diesen beiden fünf kleine Rindenzellen; rechts das Tetrasporangium mit seinen Rindenzellen und kreisförmiger hyaliner Hüllmembran, in deren Centrum die beiden auffallend dunkel gefärbten tetrasporangialen Zellen liegen. Die untere, halbmondförmige stellt die karyoplastische, die obere die Protosporenzelle, spätere Tetrasporangium-Mutterzelle dar. Zeiss Ocular 2, Objektiv D+$^{230}/_1$.

Fig. 10. Eine dichotom verzweigte peripherische Zelle von Gelidium crinale f. spatulata Ktz. welche links zwei vegetative Rindenzellen, rechts die zwei tetrasporangialen Fruchtzellen (die untere, halbmondförmige die karyoplastische, die obere, grosse die Protosporenzelle) trägt. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^1/_{12}=^{1265}/_1$.

Fig. 11. Ein junges Tetrasporangium von Cruorillea Dubyii (Crn) Schmitz. Die untere Zelle stellt die karyoplastische, die obere die Tetrasporangium-Mutterzelle dar. Das Ganze liegt in einer Hüllmembran. Zeiss Ocular 5, Objektiv D=$^{580}/_1$.

Fig. 12. Dasselbe wie Figur 11, nur im Reifezustande. Die halbmondförmige, dunkle Zelle unter dem Tetrasporangium stellt die karyoplastische Zelle dar. Zeiss Ocular 5, Objektiv D=$^{580}/_{1}$.

Fig. 13. Eine junge Tetrasporangium-Mutterzelle von Callithamnion seirospermum Griff f. lanceolata Ktz. Der untere Zellkern ist der Kern des karyoplastischen Teils, der mittlere der Tetrakern, der obere der Protosporenkern. Zeiss Ocular 5, Objectiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

Fig. 14. Zwei junge tetrasporangiale Apparate von Hypnea musciformis (Wolf.) Lam. Hier liegen die Verhältnisse umgekehrt wie in Figur 9, 10, 11. Die beiden unteren, ovalen Zellen stellen die Tetrasporangium-Mutterzellen dar, die spitz halbmondförmigen die karyoplastischen Zellen; darüber die gemeinschaftliche Cuticula. Zeiss Ocular, Objektiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

Fig. 15. Ein reifes Tetrasporangium von Hypnea musciformis (Wolf.) Lam. Die mittlere, grosse Zelle stellt das zonenförmig geteilte Tetrasporangium dar, darüber liegt die im Absterben begriffene karyoplastische Zelle, über die sich die schützende Cuticula wölbt. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

Fig. 16. Junge Tetrasporangium-Mutterzelle von Dudresnaya coccinea. Das umgekehrte Verhältnis wie Figur 7. Der untere Zellkern stellt den Protosporenkern, der mittlere den Tetrakern, der obere den absterbenden karyoplastischen Kern dar. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

Fig. 17. Einmal geteilte Tetrasporangium-Mutterzelle von Dudresnaya coccinea. Ein weiteres Stadium von Fig. 16. Der obere, punktförmige Streifen in der Hüllmembran ist der Rest des karyoplastischen Zellteils der Figur 16. Zeiss Ocular 5, Objektiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

Fig. 18. Eine sterile alleinstehende Auxiliarzelle (?) von Callithamnion byssoides I. Ag. Zeiss Ocular 5, Objectiv $^{1}/_{12}=^{1265}/_{1}$.

F. Heydrich gez

Lichtdruck v. Carl Ebner, Stuttgart.

Verlag von Erwin Nägele, Stuttgart.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i. Pr.

Heft 58.

A. Günthart:

Beiträge zur Blüthenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung Saxifraga.

Mit 11 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

BIBLIOTHECA BOTANICA.

Original-Abhandlungen

aus

dem Gesammtgebiete der Botanik.

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Chr. Luerssen
in Königsberg i./Pr.

Heft 58.

Dr. A. Günthart:

Beiträge zur Blüthenbiologie der Cruciferen, Crassulaceen und der Gattung Saxifraga.

Mit 11 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902

Arbeit aus dem botanischen Museum des eidgen. Polytechnikums in Zürich.

BEITRÄGE

zur

BLÜTHENBIOLOGIE

der

Cruciferen, Crassulaceen

und der

Gattung Saxifraga

von

Dr. A. Günthart
von Zürich.

Mit 11 Tafeln.

STUTTGART.
Verlag von Erwin Nägele.
1902.

Druck von Carl Rombold in Heilbronn.

Seiner treuen Mutter

gewidmet

vom

Verfasser.

Inhalt.

Seite

Vorwort 1

I. Cruciferae 3

Einleitung 3

1. Iberis commutata Sch. et K. 3
2. Iberis sempervirens L. 4
3. Iberis Jordani Boiss. 5
4. Iberis Jucunda hort. (Aethionema coridifolium DC.) 5
5. Aethionema armenum Boiss. 6
6. Aethionema diastrophis Bge. 6
7. Petrocallis pyrenaica R. Br. 7
8. Thlaspi rotundifolium Gaud. 7
9. Thlaspi montanum L. 8
10. Kernera saxatilis Rchb. 8
11. Cardamine pratensis L. 8
12. Cardamine trifolia L. 10
13. Dentaria pinnata Lam. var. alba 11
14. Dentaria pinnata Lam. 11
15. Dentaria polyphylla W. K. 11
16. Lunaria rediviva L. 12
17. Roripa pyrenaica Rchb. (Nasturtium pyrenaicum R. Br.) 12
18. Draba aizoon Wahlb. 12
19. Draba aizoides L. 13
20. Draba Majellensis Kern 13
21. Draba altaica Bge. 14
22. Draba Dedeana Boiss. 14
23. Draba lasiocarpa Rchb. 15
24. Draba olympica Sibth. 15
25. Draba repens Bieb. 15
26. Draba hirta L. 16
27. Descurainia deltoidea DC. 16
28. Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg. 17
29. Aubrietia purpurea DC. fol. aur. marg. 18
30. Aubrietia croatica Schott. 19
31. Aubrietia deltoidea DC. 20
32. Aubrietia Antilibani Boiss. 20
33. Aubrietia Columnae Guss. (Ten.) 21
34. Aubrietia Leichtlini hort. 21
35. Aubrietia „Froebeli“ h. 22
36. Aubrietia gracilis Sprun. (A. Pinardi Boiss.) 22
37. Arabis alpestris Schleich. 23
38. Arabis hirsuta Scop. 23
39. Arabis procurrens W. et K. 23
40. Arabis coerulea Haenke 24
41. Arabis bellidifolia Jacq. 24
42. Arabis alpina L. 25
43. Arabis albida Stev. 26
44. Arabis Belliardieri DC. f. rosea 26
45. Arabis bryoides Boiss. 27
46. Erysimum ochroleucum DC. 27

Seite

47. Erysimum pumilum Gaud. 27
48. Alyssum podolicum Bess. 28
49. Alyssum montanum L. 28
50. Alyssum saxatile L. 30
51. Alyssum Wulfenianum Boiss. 31
Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Cruciferenblüthen . . . 32

II. Crassulaceae 39
1. Sedum Telephium L. (S. maximum Sut.) 39
2. Sedum Eversii Led. 41
3. Sedum Anacampseros L. 42
4. Sedum oppositifolium Sms. 42
5. Sedum spurium Bieb. 43
6. Sedum alpestre Vill. (S. repens Schleich.) 43
7. Sedum rupestre L. 44
8. Sedum acre L. 45
9. Sedum boloniense Loisl. (S. sexangulare non L.) 45
10. Sedum Ibericum Stev. 46
11. Sedum stoloniferum Gmel. 47
12. Sedum album L. 47
13. Sedum album L. var. micranthum (S. Clusianum auct.) 48
14. Sedum hispanicum L. (S. glaucum W. K.) 48
15. Sedum boreale h. 49
16. Sedum brevifolium DC. 49
17. Sedum Kamtschaticum Fisch. 50
18. Sempervivum tectorum L. 50
19. Sempervivum arachnoideum L. 51
20. Sempervivum piliferum Jord. 53
21. Sempervivum alpinum Gris. 53
22. Sempervivum Wulfeni Hoppe 54
23. Sempervivum Braunii Wilm. 55
24. Sempervivum Foucounetti Reut. 55
25. Sempervivum Gaudini Christ. 56
26. Sempervivum Dolomiticum Facc. 56
27. Sempervivum Doellianum C. B. Lehm. 56
28. Sempervivum Heuffeli Schott. 57
29. Sempervivum globiferum L. 58
30. Sempervivum hirtum L. 58
Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Crassulaceenblüthen. . . 59

III. Saxifraga 63
Einleitung 63
1. Saxifraga Huetiana Boiss. 63
2. Saxifraga tridactylites L. 64
3. Saxifraga irrigua M. Bieb. 65
4. Saxifraga granulata L. 65
5. Saxifraga peltata Torr. 66
6. Saxifraga tenella Wulf. 66
7. Saxifraga ajugaefolia L. 66
8. Saxifraga aquatica Lap. 67
9. Saxifraga capitata Lap. (S. ajugaefolia × aquatica) 67
10. Saxifraga Wallacei Mc. Nab. (S. Camposii Boiss. et Reut.) 67
11. Saxifraga canaliculata Boiss. et Reut. 68
12. Saxifraga trifurcata Schrad. 68
13. Saxifraga pedemontana All. 68
14. Saxifraga decipiens Ehrh. (S. caespitosa auct. non L.) 69
15. Saxifraga latifolia Ser. 69
16. Saxifraga palmata Lap. (S. geranioides L.) 69
17. Saxifraga ceratophylla Willd. (S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw.) 70
18. Saxifraga „rosulario“ hort. 70

Seite

19. Saxifraga Churchilli hort. 70
20. Saxifraga globulifera Desf. (S. granatensis Boiss. et Reut.) 71
21. Saxifraga stenophylla Royle (S. flagellaris Willd. 71
22. Saxifraga varians Sieber (part. S. muscoides auct.) 72
23. Saxifraga paradoxa Kit. (S. moschata Wulf. var. pygmaea Haw.) 72
24. Saxifraga stellaris L. 73
25. Saxifraga capillaris h. 73
26. Saxifraga aspera DC. 74
27. Saxifraga bryoides L. 74
28. Saxifraga bronchialis L. 74
29. Saxifraga tricuspidata Retz. 75
30. Saxifraga aizoides L. 75
31. Saxifraga Hausmanni Kern. (S. aizoides × mutata Girtanner) 76
32. Saxifraga patens Gaud. (S. aizoides × caesia) 76
33. Saxifraga umbrosa L. 77
34. Saxifraga Geum L 77
35. Saxifraga lingulata Bell. 77
36. Saxifraga Gaudini Bruegg. 77
37. Saxifraga catalaunica Boiss. et Reut 78
38. Saxifraga crustata Vest. f. pectinata Schott. 78
39. Saxifraga altissima Kern. 78
40. Saxifraga cochlearis Reich. 78
41. Saxifraga Aizoon Jacq. var. robusta Engl. 79
42. Saxifraga Aizoon Jacq. f. Sturmiana Schott. 79
43. Saxifraga Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd. 79
44. Saxifraga Forsteri Stein. 80
45. Saxifraga luteo-viridis Schott. et Kotschy 80
46. Saxifraga Kotschyi Boiss. 81
47. Saxifraga aretioides Lap. 81
48. Saxifraga Scardica Griseb. 81
49. Saxifraga coriophylla Griseb. (S. Rocheliana Sternb.) 82
50. Saxifraga marginata Sternb. 82
51. Saxifraga diapensioides Bell. 82
52. Saxifraga squarrosa Sieber 83
53. Saxifraga Tombeanensis Boiss. 83
54. Saxifraga Vandellii Sternb. 83
55. Saxifraga Burseriana L. 84
56. Saxifraga Burseriana L. f. major 87
57. Saxifraga sancta Griseb. 87
58. Saxifraga pseudo-sancta Janka (S. apiculata Engl.) 88

Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besproch. Arten der Gattung Saxifraga. 89

Litteraturverzeichniss. 95

Vorwort.

Im Sommersemester des Jahres 1900 wurde ich im botan. Museum des eidgen. Polytechnikums durch Herrn Prof. Dr. C. Schröter in die Methoden der Blüthenbiologie eingeführt. Während der folgenden Ferien begann ich alsdann, eigene blüthenbiologische Beobachtungen zu sammeln. Mit der Erlaubniss des Herrn Dr. Stebler verbrachte ich einige Wochen auf der eidgenössischen Versuchstation Fürstenalp bei Chur, und nahm theils an freiwachsenden Pflanzen, theils an solchen aus dem dortigen Versuchsgarten blüthenbiologische Notizen und Skizzen auf. Von jenen ersten Untersuchungen wurden aber in die endgültige, hier vorliegende Fassung dieser Arbeit nur diejenigen von *Sempervivum alpinum Gris.* und *S. Wulfeni Hoppe,* sowie von *Saxifraga aizoides L.* aufgenommen.

Ich beabsichtigte ursprünglich, ein blumengeographisches Kapitel (Blüthenbiologie der Alpenpflanzen) zu behandeln. Bald begann sich aber mein Interesse vorwiegend einzelnen Familien, vor allem den *Cruciferen, Crassulaceen* und *Saxifragaceen* zuzuwenden. Es waren besonders die bei diesen Familien so häufigen tiefgreifenden Abänderungen der Bestäubungseinrichtungen innerhalb kleiner Formenkreise, namentlich innerhalb derselben Art, die mich so interessierten, dass ich beschloss, an Vertretern der drei genannten Familien diese biologischen Abänderungen zu studieren und so weit wie irgend möglich die Ursache derselben aufzusuchen. Nur dem Zufall, dass sehr viele Arten aus den genannten Formenkreisen alpine oder andere Hochgebirgspflanzen sind, und der Erkenntniss, dass gerade Blüthen von Gebirgspflanzen für meine Zwecke sich am besten eigneten, weil sie gewöhnlich grossen lokalen, individuellen, direkten etc. Abänderungen unterworfen sind, ist es zuzuschreiben, dass so viele der hier beschriebenen Blüthen Gebirgspflanzen angehören.

In den Monaten Mai und Juni des Jahres 1901 führte ich dann meine Untersuchungen mit Erlaubniss des Herrn Kunstgärtners Fröbel in Zürich V in dessen reichem Garten und später mit Erlaubniss des Direktors, Herrn Prof. Dr. Schinz', auch im botanischen Garten der Universität Zürich weiter. Aus jener Zeit stammen, wie jeweilen den Angaben unter den Artnamen zu entnehmen ist, die Untersuchungen der meisten protogynen und auch einiger protandrischer *Saxifraga*-Arten, und der meisten *Cruciferen.*

Während des Sommers 1901 untersuchte ich neuerdings eine grosse Anzahl von Blüthencinrichtungen aus der Gattung *Saxifraga* und besonders aus den Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* in der Umgebung des Grossen St. Bernhard (Wallis) und, mit Erlaubniss des Herrn Correvon in Genf, auch im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre, zwei Stunden unterhalb des Hospizes auf dem Grossen St. Bernhard.

Ich habe fast nirgends Insektenbesuche angegeben. Dies rührt daher, dass ich ursprünglich wegen der schlechten Witterung, die mich bis jetzt bei allen meinen blüthenbiologischen Untersuchungen begleitete, nur sehr wenig Insekten abfangen konnte und diese Procedur dann später, als ich sah, dass ich meine Zeit nutzbringender verwenden konnte, ganz aufgab. Das fast beständig regnerische Wetter hatte übrigens einen grossen Vortheil: Es bewirkte manche der in dieser Arbeit ausführlich beschriebenen

direkten Anpassungen der Blüthen an nasse Witterung und insbesondere an ausgebliebene Kreuzung infolge mangelnden Insektenbesuches, die mir vielleicht bei gutem Wetter entgangen wären.

Mehrere der hier beschriebenen Blütheneinrichtungen sind vor mir schon ein oder mehrere Male untersucht worden. In diesen Fällen habe ich jeweilen im ersten Abschnitt der Beschreibung den Autor genannt und in einer Klammer auf die betreffende Nummer des Litteraturverzeichnisses hingewiesen. Selbstverständlich enthalten auch diese Einzelbeschreibungen nur neue Daten; die bereits bekannten wurden gewöhnlich nur ganz kurz berührt.

Mit Ausnahme weniger im Text genau angegebener Fälle wurden die Bestimmungen des verwendeten Materials, soweit dies nöthig erschien, controliert. — Von den ursprünglich angefertigten Zeichnungen wurden nur diejenigen verwendet, welche besonders typische Blüthenformen oder -stadien darstellen. Es mag auffallen, dass so viele isolierte Kronblätter gezeichnet wurden. Dies hat seinen Grund darin, dass wir bei den *Cruciferen* von der Länge des Kronblattnagels auf die Tiefe der Kronröhre, bei den *Crassulaceen* vom der Ansatzstelle der Filamente auf den Grad der Honigbergung und bei *Saxifraga* von der Form und Nervatur der Petala oft auf die Verwandtschaft der betreffenden Art schliessen können.

Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. C. Schröter, der mich in die Blüthenbiologie einführte und mir auch später immer mit gutem Rath zur Seite stand, sage ich meinen herzlichsten Dank. Auch den Herren Prof. Dr. H. Schinz, Kunstgärtner Fröbel, Dr. Stebler in Zürich und Correvon in Genf, welche mir ihre Gärten bereitwilligst zur Verfügung stellten, danke ich an dieser Stelle bestens.

Zürich, den 8. Oktober 1901.

Der Verfasser.

I.

Cruciferae.

Wir geben als Einleitung zuerst eine die *Cruciferen* betreffende Stelle aus Knuths Handbuch (II. 1. p. 77, Nro. 40): „Die Kreuzblüthler sind sämmtlich insektenblüthig und meist homogam. Durch Streckung der Blüthenstandsaxe wird der anfangs meist eine Doldentraube bildende Blüthenstand zu einer Traube, die je nach der Grösse und Zahl der Blüthen eine grössere oder geringere Augenfälligkeit der Pflanze bewirkt; doch steigert sich letztere nur bei wenigen Arten dieser Familie so erheblich, dass der Insektenbesuch ein sehr ausgedehnter ist. Es besitzen daher fast alle Kreuzblüthler die Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung.

„Der Kelch dient nicht nur als Schutzorgan für die sich entwickelnde Blüthe, sondern hält in vielen Fällen die Nägel der Kronblätter so zusammen, dass sie eine kurze Röhre bilden, in deren Grund der Honig liegt. Die Kronblätter dienen der Anlockung; sie sind meist gelb oder weiss gefärbt, seltener violett, blau oder rot. Trotz der grossen Uebereinstimmung im Aufbau der Blüthen zeigen die Cruciferen doch eine so grosse Veränderlichkeit in der Zahl und Lage der Honigdrüsen, in der Stellung der Staubblätter zu diesen und zu der Narbe, sowie in der Art der Aufbewahrung und Bergung des Honigs, dass hierin kaum zwei Arten völlig übereinstimmen."

Es folgen dann bei Knuth Angaben über die Untersuchungen von J. Velenovsky über Zahl und Lage der Honigdrüsen (Nro. 66). Dieser bildete je nach der Grösse und den Verbindungen der Drüsen untereinander 4 Typen von *Cruciferen*nektarien und zeigte, dass nirgends gar keine Honigabsonderung stattfindet, was aber durch einzelne Angaben in Knuths Handbuch und die vorliegenden Untersuchungen widerlegt wird.

1. Iberis commutata Sch. et K. (Taf. I, Fig. 1—8.)

Die Gattung *Iberis L.* ist blüthenbiologisch noch sehr unvollkommen erforscht. Knuth rechnet sie (Handb. II. 1. p. 119, Nro. 40) nach H. Müller zur Blumenklasse AB und führt ausserdem nur die Angaben Kerners, wornach die nach aussen gerichteten Kronblätter der randständigen Blüthen von *I. amara L.* und *umbellata L.* doppelt so gross sind als die der mittelständigen, und die Beobachtung Hildebrands an, dass *I. pinnata L.* fast selbststeril ist. Hierauf giebt er, den Beobachtungsresultaten Kirchners und Briquets folgend, eine etwas ausführlichere Beschreibung von *I. saxatilis L.*, *I. commutata Sch. et K.* und die weiter unten zu besprechenden Arten *I. sempervirens L.*, *Jordani Boiss.* und *Jucunda hort. (Aethionema coridifolium DC.)* sind noch gar nicht blüthenbiologisch beschrieben. Ich studierte den Blüthenbau der erstgenannten Art im Garten von Herrn Fröbel in Zürich am 27. April 1901.

Die für die meisten *Cruciferen* so charakteristischen Ausbuchtungen im Grunde des Kelches sind hier nur schwach entwickelt. Die Kelchblätter sind mit Ausnahme einer helleren Randzone grün gefärbt und unbehaart, die Kronblätter rein weiss und ohne Streifung. Die gegen das Centrum der Inflorescenz gerichteten Kronblätter besitzen einen allerdings nur schwach abgesetzten Nagel. Die Platte ist meist leicht asymmetrisch gebaut, häufig aber auch ganz regelmässig ausgebildet. Die vom Ende eines der längeren zu dem des gegenüberliegenden kürzern Kronblattes gemessene Spannweite der Krone be-

trägt bei den randständigen Blüthen 10—12, bei den centralgelegenen, ganz oder nahezu actinomorph gebauten Blüthen 6 mm. Fig. 3 zeigt die relativ längsten äussern Petalen, die ich beobachtet habe.

Die Nektardrüsen finden sich als grosse, fleischige Höcker zu beiden Seiten der Basis der kürzern Filamente, zwischen diesen und den Wurzeln der längern. — Die bei den *Cruciferen* häufige und später ausführlich zu beschreibende Abdrehung der Staubblätter aus der Knospenlage geht hier nur so weit, dass sich die Antheren der 4 längern Staubfäden gerade gegenüberstehen.

In der Knospe wird die Anlage des Gynäceums bedeutend vor der des Andröceums sichtbar. Lange Zeit überragt der Griffel die noch ganz kleinen Antheren. Dann werden diese rasch gehoben. Unmittelbar vor dem Oeffnen der Krone sind die beiderlei Sexualorgane gleich lang. In diesem Stadium trägt die Narbe die ersten Papillen. Die Antheren werden weiter so rasch gehoben, dass sie schon ganz kurze Zeit nach Beginn der Anthese Krone und Narbe stark überragen. Der in der Tiefe zurückgebliebene Griffel streckt sich nach einiger Zeit auch wieder, so dass die Narbe zwischen den 4 obern Antheren durchwächst, und zwar zu einer Zeit, wo diese stark mit Pollen bedeckt sind, so dass also jetzt Autogamie unvermeidlich ist. Dann wächst der Griffel noch höher aus der Blüthe heraus, die Antheren verstäuben ziemlich rasch und fallen ab, worauf sich die Filamente, besonders an ihrem obern Theil, hochroth färben. Auch jetzt ist die Narbe noch empfängnissfähig. Dieses zweite weibliche Stadium (Fig. 4) dauert noch ca. 1—2 Tage. Der Griffel ragt während dieser Zeit stark aus der Blüthe hervor. — Die Blüthe von *Iberis commutata Sch. et K.* sind also protogyn, besitzen aber ein langlebiges Gynäceum.

Ich fand nun auch mehrere Exemplare von Blüthen, bei denen sich die Entwicklung der Sexualorgane etwas anders abspielte. So brachen bei einigen Blüthen desselben Stockes die Antheren erst auf, wenn die Narbe schon über dieselben hinaus gewachsen war, und bei andern zeigte auch die Narbe erst dann eine papillöse Oberfläche. Hier ist also Autogamie am Ende der Anthese ausgeschlossen.

2. Iberis sempervirens L. (Taf. I, Fig. 9 und 10.)

Am 16. und 18. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die Blüthenstände sind hier grösser, dichter und augenfälliger, als bei den andern hier besprochenen Iberis-Arten. Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind weniger stark entwickelt, als bei den beiden folgenden Arten, jedoch immerhin noch etwas stärker als bei *I. commutata Sch. et K.* Die Kelchblätter sind gelblich-grün, die häutigen Randpartien an ihrer Spitze weisslich gefärbt. Die Blumenblätter sind nur an ihrer Basis schwach grünlich, im übrigen aber rein weiss. Ein stark verzweigtes Aderwerk zeigt sich erst bei genauerem Zusehen. Der Unterschied zwischen den nach innen stehenden Petalen und den äussern ist nur in den randständigen Blüthen der Infloreszenz einigermassen vorhanden. Alle Kronblätter sind symmetrisch gebaut.

Die Nektarien stehen auch hier zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubfäden, sie sind jedoch viel grösser, als z. B. bei der unten noch zu besprechenden *I. Jucunda hort.*, ja noch grösser als bei der oben besprochenen Art. In der Seitenansicht sind sie dreieckig, vom kleinen Staubblatt aus gesehen dagegen länglichrund. Auch hier existieren zwischen den einzelnen Nektarien absolut keine Verbindungen, welche die Uebereinstimmung mit dem typischen, die Basis der Filamente aussen umziehenden Nektarring der *Cruciferen* herstellten. — Besondere, als Honigschutz oder Wegweiser aufzufassende Vorrichtungen an den Filamenten, wie wir sie später bei zahlreichen Arten von *Cruciferen* finden werden, fehlen. Es lassen sich höchstens an der Basis der längern Staubfäden schwache seitliche, unter die Nektarien hinuntergreifende Vorsprünge wahrnehmen.

Die 4 längern Staubblätter drehen sich kaum so weit, bis sich ihre Antheren die mit Pollen bedeckten Flächen gerade zuwenden. — Der Fruchtknoten ist in der medianen Richtung stärker ausgebildet, als in der transversalen.

Schon in der Knospe besitzt das Gynäceum eine wohlentwickelte, papillöse Narbe. Bei Beginn der Anthese reicht diese bis zur Spitze der 4 längern Staubblätter. Die letztern strecken sich nun aber so lang, bis sogar der untere Rand ihrer Antheren über der Narbe steht. Nun treten die Staubbeutel

in Funktion. Dabei ist Autogamie durch Herabfallen von Blüthenstaub auf die empfängnissfähige Narbe möglich, — falls die Blüthe nicht selbststeril ist, was, nach dem ganzen Blüthenbau, der Geschlechterentwicklung und der Verwandtschaft dieser Art mit solchen mit selbststerilen Blüthen (K n u t h, Handb. II. 1, p. 119) zu schliessen, nicht unmöglich ist — Erst nach dem Verstäuben aller Antheren wächst nun auch der Stempel und hebt endlich die Narbe an den verdorrten Filamentenden vorbei und weit über die Blumenkrone hinaus. Die Blüthe von *I. sempervirens L.* kann darum mit noch mehr Recht als diejenige der vorhin besprochenen Art als physiologisch protrandrisch bezeichnet werden, — trotzdem die Fruchtblätter zuerst zur Reife gelangen.

In einigen wenigen Blüthen begann sich der Griffel schon früher zu verlängern, so dass die Narbe auf das Niveau der 4 obern Antheren gehoben wurde und sich an dieselben anlegte, solange sie noch Pollen enthielten.

3. Iberis Jordani Boiss.

Am 10. und 11. Mai 1901 bei Herrn F r ö b e l untersucht. — Ich werde hier nur die von den bereits beschriebenen Arten abweichenden Befunde angeben.

Die Blumenblätter sind weiss, besitzen oft einen röthlichen Schimmer und an ihrem untern Theil immer rothe Adern. Die 4 Nektarien liegen an der gleichen Stelle wie bei den beschriebenen Arten, haben aber wieder eine etwas andere Form. Sie sind nicht so gross wie bei *I. sempervirens L.*, doch reichlich so gross wie bei *I. commutata Sch. et K.*

Die Differenz in der Länge der kleinern, auch hier stark seitlich abstehenden Staubfäden, und der 4 grössern ist bedeutend. Die Filamente der 4 grössern Staubfäden besitzen sehr schwache, spiralig oder schief nach unten verlaufende Häutchen oder Riemen.

Die Blüthen von *I. Jordani Boiss.* sind ebenfalls protogynisch dichogam und besitzen einen das Andröceum überragenden Stempel. Das bei *I. sempervirens L.* ausnahmsweise vorkommende Eintreten von Autogamie durch Nachwachsen des Griffels und Anlegen der Narbe an die 2 obern Antheren unmittelbar vor Schluss der Anthese ist hier die Regel.

4. Aethionema coridifolium DC. (Iberis Jucunda hort.)

Ende Mai 1901 im Garten von Herrn F r ö b e l untersucht.

Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind bedeutend tiefer als bei der soeben beschriebenen Art. Auch hier sind die Kelchblätter oben und seitlich von einer häutigen Randpartie umsäumt. Die Spitzen der transversalen Kelchblätter sind oben löffelartig nach innen umgebogen und umgreifen die Antheren der kleinern, seitlich abstehenden Staubfäden. Das Kronblatt ist mit Ausnahme des weisslichen Nagels hellkarmin gefärbt und trägt dunkler getönte Adern. Es erreicht eine Länge von 6 mm, wovon fast die Hälfte auf den deutlich abgesetzten Nagel fällt; die Platte hat eine Breite von 4 mm. Die Kronblätter sind absolut regelmässig gebaut, auch lässt sich ein Unterschied hinsichtlich der Form und Grösse zwischen den nach innen und den nach aussen gerichteten Kronblättern selbst bei den randständigen Blüthen kaum wahrnehmen.

Die Nektarien liegen an derselben Stelle, wie bei *I. commutata Sch. et K.*, sind hier jedoch rund und bedeutend kleiner, als dort. — Die kleinern Staubgefässe besitzen drehrunde Filamente, die längern Staubfäden dagegen sind unten durch seitliche Häutchen löffelartig verbreitert. An der Innenseite des so gebildeten Löffels lässt sich überdies noch eine schief nach unten verlaufende und vor dem Nektarium ausmündende, seichte Furche wahrnehmen. Der an das Nektarium anstossende Rand der löffelförmigen Verbreiterung greift etwas um jenes herum.

Auch hier drehen sich die 4 längern Staubfäden nicht weiter, als bis sich ihre Antheren gerade gegenüberstehen.

A. coridifolium DC. blüht protogyn. Beim Oeffnen der Krone sind die Staubblätter länger, als das Gynäceum, das, wie ich durch wiederholte Beobachtungen und Versuche konstatierte, jetzt schon eine empfängnissfähige Narbe besitzt. In dieser gegenseitigen Stellung erfolgt nach kurzer Zeit auch das Stäuben der Antheren. Während sich nun die Staubfäden vom Beginn ihrer Funktion an nicht mehr

verlängern, streckt sich der Griffel immer noch stark, und schliesslich berührt die Narbe den untern Rand der 4 höher stehenden Antheren, und zwar während einer Zeit, wo diese noch Pollen tragen. In den meisten Fällen ist aber dann die Narbe schon tot, so dass keine Autogamie erfolgt, oft aber, — vielleicht wenn die Blüthe wenig von Insekten besucht und darum nicht von diesen mit fremdem Pollen bestäubt wurde —, trägt die Narbe auch dann noch lebende Papillen. Merkwürdigerweise bedeckte sie sich in einigen Fällen noch nach der hierauf erfolgten Berührung mit den Antheren viel reichlicher mit Papillen, während sie gleichzeitig noch etwas höher gehoben wurde und die Antheren abfielen. Hier tritt also das bei *I. commutata Sch. et K.* normal vorkommende zweite weibliche Stadium nur in ganz vereinzelten Fällen und nur für einen kurzen Augenblick ein.

Ich beobachtete mehrere Blüthen mit rudimentären, gewöhnlich nicht mehr stäubenden, fast filamentlosen kleinern Staubgefässen.

5. Aethionema armenum Boiss. (Taf. I, Fig. 11—14.)

Es liegen noch keine Angaben über die Blüthenbiologie dieser Pflanze vor. Ich untersuchte dieselbe am 6. und 7. August im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

Trotzdem die beiden scheibenförmig vorspringenden grossen Nektarien je zwischen den Wurzeln von 2 längern Staubfäden, nicht an der Basis der kürzern, liegen, so zeigen doch auch hier die den kleinern Staubblättern opponierten Kelchblätter jene bekannten Ausweitungen. Alle Kelchblätter besitzen breite häutige Randpartien. Die Petalen sind lila gefärbt und besitzen karminfarbige Adern. Sie haben eine Länge von 5,5—6 mm und sind streng symmetrisch gebaut (Fig. 11). Sie zeigen auch von oben gesehen eine actinomorphe Anordnung, d. h. es rücken hier nicht, wie bei so vielen andern *Cruciferen*, je 2 Kronblätter näher zusammen, indem sich zwischen den beiden Zweiergruppen dann Lücken im Blüthenteller bilden.

Die 4 längern Filamente besitzen seitlich dünnhäutige Anhänge, die besonders unten stark ausgebildet sind und dort den Grund des Gynäceums ganz umfassen und die beiden Nektarien von demselben abschliessen. Die Länge dieser Staubblätter in ausgebildetem Zustande beträgt 3,2 mm. — Jedes der 4 genannten Staubblätter wendet seine Innenseite derjenigen des gegenüberliegenden zu. Ganz zuletzt geht diese Abdrehung aus der ursprünglichen Lage oft noch etwas weiter, so dass dann die längern Staubfäden sich halb und halb je gegen das benachbarte kleine Staubblatt hin drehen (Fig. 12 und 14). Der in der transversalen Richtung der Blüthe stärker ausgebildete Fruchtknoten zeigt gegen Ende der Anthese bereits die für die Gattung charakteristischen gewellten Flügel (Fig. 13).

Aethionema armenum Boiss. besitzt schwach protogynische Blüthen. Die Narbe steht anfangs bedeutend tiefer, als die noch geschlossenen Antheren (Fig. 12), wird aber dann durch Streckung des Griffels rasch gehoben und gelangt am Ende der Anthese zur Berührung mit den Antheren der 2 längern Staubblätter, die bald nach Beginn der Anthese ihre Funktion auch aufgenommen haben und nun, wie das Gynäceum, am Ende ihrer Thätigkeit angelangt sind. Im letzten Moment der Anthese tritt auf diese Weise in der Mehrzahl der Blüthen spontane Selbstbefruchtung ein. Bei vielen andern Exemplaren erfolgt allerdings die geschilderte Berührung der Geschlechtsorgane erst, wenn schon alle Papillen der Narbe verwelkt oder sogar schon alle Pollenkörner der Antheren entleert sind. Das Andröceum überlebt die Narbe immer etwas.

6. Aethionema diastrophis Bge. (Taf. I, Fig. 15—17.)

Auch die Blumen dieser Art sind bis jetzt noch nicht untersucht worden. Meine Notizen stammen vom 9. Mai 1901 und wurden im Garten von Herrn Fröbel in Zürich gemacht.

Die Ausbuchtungen im Grunde des Kelches sind noch immer bedeutend, jedoch nicht mehr so stark ausgebildet, wie bei der eben beschriebenen Art, obgleich dies hier durch die Lage der Nektarien leicht zu erklären wäre. Die Blumenblätter haben alle eine ähnliche Gestalt, sind ebenfalls ganz symmetrisch gebaut, und haben eine Länge von 4,5 mm. Sie sind weiss und besitzen ein ziemlich gut sichtbares Aderwerk aus dichteren, weniger durchscheinenden Gewebetheilen.

Die Nektarien sind, in scharfem Gegensatz zu denjenigen der eben besprochenen Art der Gattung *Aethionema*, als 4 grosse, längliche Drüsen ausgebildet, die je zu beiden Seiten der Basis der kleinern Staubfäden sitzen (Fig. 16). Genau unter den Wurzeln der grössern Staubblätter liegen ausserdem noch kleinere, aber immerhin auch noch reichlich Honig absondernde Drüsen, so dass die Gesammtzahl der vorhandenen Nektarien 8 beträgt (Fig. 17). Diese zahlreichen Nektardrüsen treten aber nie durch Querleisten etc. miteinander in Verbindung. Das dieser Schilderung beigegebene Diagramm (Fig. 17) soll, zusammen mit dem entsprechenden von *A. armenum Boiss.*, den durchaus verschiedenen Blüthenplan dieser beiden Arten derselben Gattung, insbesondere die ganz verschiedene Ausbildung der sonst nicht so sehr variierenden Nektarien andeuten.

Alle Filamente besitzen runden Querschnitt, sind fleischig und ohne irgendwelche Anhänge. — Die 4 längern Staubfäden drehen sich auch hier nur so lange, bis sich die Antheren ihre stäubenden Flächen gerade zuwenden. — Der Blüteneingang ist nicht quadratisch, sondern rhombisch, die Ansicht der Blüthe von oben nicht mehr streng actinomorph, sondern durch Verstellung der Petalen zu 2 Gruppen schwach bisymmetrisch zygomorph. — Die Flügel des Fruchtknotens werden erst einige Zeit nach der Oeffnung der Krone ausgebildet.

Bei beginnender Anthese reicht auch hier die Narbe nicht einmal bis an den untern Rand der 4 höher gelegenen Antheren. In der Knospe war diese Differenz noch nicht so bedeutend. Die Streckung der Staubblätter schreitet also hier, trotzdem die Blume narbenvorreif ist, rascher vor als die der Fruchtblätter. Diese Erscheinung sowie andere Belege für verschieden rasche Entwicklung der Geschlechtsorgane der Blüthe zu verschiedenen Zeiten werden wir später noch öfters wiederfinden. — Die Narbe besitzt also, wie bereits angedeutet, schon auf diesem frühen Stadium der Anthese eine empfängnissfähige Oberfläche. Sie bleibt nicht so lange frisch, bis sie durch die nun stattfindende Streckung des Griffels bis zum untern Ende der 4 obern Antheren gehoben worden ist. Wenn das Gynäceum abstirbt, so stehen jene 4 Antheren kaum erst auf der Höhe ihrer Thätigkeit. Da die beiden tiefer gelegenen Antheren sich erst öffnen, wenn die Narbe schon abgestorben ist und überdies seitlich abstehen, so ist Autogamie ausgeschlossen oder höchstens durch zufälliges Herabfallen von Pollen auf die Narbe denkbar. Indirekte Selbstbestäubung, hervorgerufen durch die Kreuzungsvermittler, ist möglich.

7. Petrocallis pyrenaica R. Br.

Ziemlich ausführlich beschrieben von A. Schulz (No. 63; S. Knuth, Handb. II. 1, p. 111, No. 40).

Ich fand die Pflanze im Sommer 1900 am Pilatus schwach protogyn, was nicht ganz mit den Angaben Schulz' übereinstimmt. Der Krondurchmesser betrug ca. 6 mm. Als Bestäuber beobachtete ich kleine Falter.

8. Thlaspi rotundifolium Gaud.

Ich untersuchte diese Blüthen am 10. Mai 1901 bei Heren Fröbel. Ich gebe die Resultate meiner Beobachtungen hier wieder, trotzdem die Pflanze bereits von Schulz (No. 63; S. Knuth, Handb. II. 1, p. 117) blüthenbiologisch untersucht wurde, da meine Befunde von den Resultaten Schulz' in mehreren Punkten abweichen.

Die Ausbuchtungen am Grunde des Kelches sind kaum mehr wahrnehmbar. Die lila gefärbten Petalen erreichen eine Länge von 6,5—7 mm und sind ganz symmetrisch gebaut. Auf denselben ist ein oft etwas dunkler gefärbtes Aderwerk deutlich sichtbar.

Im Gegensatz zu den Angaben Schulz', wornach der Nektar am Grunde der kurzen Staubblätter abgesondert wird, fand ich die Nektarien, 4 an der Zahl, zwischen jenen und der Basis der längern Staubfäden, doch mehr gegen die letztern hin als grosse, nach aussen ziemlich spitz vorspringende, fleischige Körper. Die 4 Honigdrüsen stehen in keiner Weise miteinander in Verbindung. — Die Antheren werden durch die ziemlich enge Blumenröhre nahe zusammengehalten; die 4 Haupthonigeingänge finden sich, entsprechend der Stellung der Nektarien, je zwischen einem längern und einem kürzern Staubblatt, was beim Besehen der Blume von oben leicht konstatierbar ist. Die längern Staubfäden drehen sich hier noch weiter aus ihrer ursprünglichen Lage ab, als bis sie sich gerade gegenüberstehen, nämlich so lange, bis sie sich zuletzt den kurzen Staubblättern zugewendet haben. — Die erstgenannten Staub-

blätter besitzen an ihren den kürzern zugewandten Seiten ganz schwache, häutige Leisten, die von Schulz nicht genannt werden und die auch nur wegen ihrer Homologie zu den später noch zu besprechenden und z. Th. schon vorgeführten Staubblattanhängen Beachtung verdienen.

Der Unterschied in der Länge zwischen den kleinern und den grössern Staubblättern beträgt in den geöffneten Blüthen nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ einer Antherenlänge, in der Knospe noch viel weniger. Die Narbe steht bei den schon einige Zeit blühenden Exemplaren etwa in der Mitte zwischen den untern und den obern Antheren. Sie trägt schon früh Papillen und wird nun gehoben, bis sie um ca. eine halbe Antherenlänge über die längern Staubblätter und ziemlich hoch aus der Blüthe herausragt. Erst jetzt beginnen diese zu stäuben. Spontane Autogamie ist hier also noch sicherer verhindert, als bei den von Schulz untersuchten Exemplaren, wo sie nur durch die Abdrehung der Staubblätter erschwert ist, wo aber beiderlei Geschlechtsorgane gleiche Länge besitzen.

9. Thlaspi montanum L.

Untersucht von Kirchner (No. 33) nach Exemplaren von der schwäbischen Alp und von mir am 16. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die „Honigtaschen" des Kelches sind auch hier gar nicht tief. Die Tiefe der Kronröhre beträgt 3,5—4 mm. Die Blumenblätter sind rein weiss. Zu beiden Seiten der Basis der kürzern Staubfäden befinden sich 4 grössere und an den Wurzeln der längern noch 4 kleinere Nektarien, die, wie dies auch Kirchner angiebt, ineinander übergehen. Ueber die Drehungen der Staubfäden, die nach Kirchner hier gar nicht vorhanden sind, habe ich keine Beobachtungen gemacht.

Der Griffel überragt die 4 obern Staubblätter um $^1/_2$—1 Antherenlänge; unmittelbar nach der Oeffnung der Krone ist er aber kürzer als dieselben. Er streckt sich dann, und die Narbe passiert, mit bereits empfängnissfähiger Oberfläche versehen, die Antheren der genannten Staubblätter, wenn diese schon stäuben. Diese Blüthen sind demnach, im Gegensatz zu denen der oben besprochenen Art der Gattung *Thlaspi*, nur schwach protogynisch. — Die Narbe überdauert hier, ebenfalls im Gegensatz zu *Th. rotundifolium Gaud.*, das Andröceum bedeutend. — Bei den von Kirchner untersuchten Blüthen waren die beiderlei Sexualorgane gleich lang.

10. Kernera saxatilis Rchb.

Untersucht von Hermann Müller (No. 56); meine wenigen Angaben stammen von Anfangs Juni 1900 im Neuenburger Jura gesammeltem Material.

Die Länge der symmetrisch gebauten Kronblätter beträgt 2,5—3 mm. Die Blüthen sind am genannten Ort homogam und besitzen langlebige Narben; bei einigen Exemplaren treten aber auch beide Sexualorgane gleichzeitig ausser Funktion. Der mit einem sehr kurzen Griffel versehene Stempel ist von der gleichen Länge wie die Staubblätter. Die Differenz zwischen den längern und den kürzern Staubblättern ist sehr gering. — Alle diese Angaben scheinen mit den Beobachtungsresultaten Müllers übereinzustimmen.

11. Cardamine pratensis L. (Taf. I, Fig. 18—21c.)

Untersucht von Sprengel (No. 63a), Hermann Müller (No. 54 und 57), von Kirchner (No. 31), Warnstorf (No. 71), Knuth (No. 37) und Hildebrand (No. 26a; der letztere fand *C. pratensis L.* steril auf Autogamie und Geitonogamie).

Trotzdem diese Blüthe schon oft zum Gegenstand der biologischen Forschung gemacht wurde, so ist sie doch noch immer nicht in allen ihren Eigenthümlichkeiten bekannt. Ich führe hier die im Frühling 1900 an Exemplaren aus verschiedenen Baumgärten und Anlagen in Zürich gemachten Beobachtungen und die im „systematisch-botanischen Praktikum" des eidgen. Polytechnikums unter Leitung von Herrn Prof. Dr. C. Schröter ungefähr zur gleichen Zeit ausgeführten Zeichnungen nicht nur wegen des Vergleiches mit bisher betrachteten Formen, sondern auch wegen des Interesses, das die Blüthen von *Cardamine pratentis L.* an und für sich bieten, vor. Diese Blumen zeigen nämlich sehr schön die Verschiebung der spontanen Autogamie bis zum Schluss der An-

these und die Verhinderung der Selbstbestäubung zu jeder früheren Zeit, und zwar tritt diese Verhinderung als Folge der gleichen Erscheinung ein, welche später die Autogamie bewirkt. — Obwohl die Blüthen von *Cardamine pratensis L.* starken lokalen Abänderungen, von denen wir unten noch sprechen werden, unterworfen sind, so ist dies doch wohl kein genügender Grund dafür, dass bis heute noch kein Beobachter von diesen Erscheinungen in klarer Weise spricht. — Ich gebe die nun folgende Beschreibung in der Reihenfolge, wie ich sie in jenem Praktikum gemacht habe, wieder und spreche darum hier ausnahmsweise zuerst von der Morphologie, hernach von der Biologie der Blüthe. Wir erhalten auf diese Art auch noch allerlei andere, weniger wesentliche Ergänzungen zu den bisherigen Beschreibungen.

Der Blüthenstand ist eine Traube mit wechselnder Aufblühungsfolge. Deck- und Vorblätter fehlen. Die transversalen Kelchblätter besitzen einen mässig bis schwach ausgebildeten Honighalter und scheinen darum tiefer inseriert zu sein als die medianen. — Das Andröceum besteht aus 4 längern und 2 kürzern Staubblättern. Die letztern sind an ihrem Grunde von einem fleischigen, aussen dickern, Honig absondernden Ring umgeben. Kleinere, oft nicht sezernierende Nektarien stehen zwischen den Wurzeln der längern Filamente. — Die Antheren sind schwach dorsifex und kippen während ihrer Thätigkeit nach aussen über. Sie öffnen sich intrors. — Das Gynäceum ist in der Knospe gleich lang, wie die Staubfäden. Es besteht aus 2 Fruchtblättern mit unechter Scheidenwand. Die Ovula sind campylotrop, Anheftung epitrop.

Die Blüthen sind zwitterig, doch sollen, nach Beobachtungen anderer Praktikanten in den genannten Uebungen, auch Exemplare mit fehlenden weiblichen Organen gefunden worden sein. Die Blüthen sind an Insektenbestäubung angepasst. Die Antheren der 4 längern Staubblätter drehen sich aus ihrer ursprünglichen Lage ab und gegen die Staubbeutel der kleinern Staubfäden hin. Durch diese Bewegungen der Staubgefässe entstehen je zwischen einem kleinern und den beiden jenem benachbarten grössern Staubblättern 2 röhrige, mit Blüthenstaub ausgekleidete Eingänge in die Blume, die zu den grössern Honigdrüsen führen. — Die Petala sind asymmetrisch gebaut, und zwar so, dass ihre Nägel, da, wo sie über einem kurzen Staubgefäss, resp. über dem grossen an seiner Wurzel liegenden Nektarium zusammenstossen, am Rande nach aussen umgefaltet erscheinen. Dadurch entsteht an jener Stelle eine Lücke in der von den Kelchblättern sonst stark zusammengepressten Kronröhre, durch welche Lücke das Insekt auf dem Weg von der oben besprochenen, von 3 stäubenden Antheren flankierten Einfahrt bis zum Honig auf dem Nektarium oder im Sporn seinen Rüssel hindurchführen muss. Selbst diese Erscheinung ist noch nicht beschrieben worden, wie denn überhaupt die meisten der hier beschriebenen feinern biologischen Merkmale der *Cruciferenblüthe* noch unbekannt sind.

Als Anlockungsmittel dient die lilafarbene, durch paarweises Zusammenrücken der Petala bisymmetrisch zygomorphe Krone, deren Wirkung durch Saftmale in Form eines Aderwerkes erhöht wird, sowie der abgesonderte Nektar.

Die Entwicklung des männlichen Sexualapparates wurde schon bei der Schilderung der Morphologie der Blüthe beschrieben. In der schematischen Darstellung in Fig. 18 sind jeweilen unter die oben beschriebenen Stadien der Drehung der 4 längern Staubfäden auch noch die entsprechenden relativen Längen von Andröceum und Stempel eingetragen. — Die Blüthen sind homogam. Die Narbe wird empfängnissfähig, bevor sie die Höhe der 4 obern Antheren erreicht hat. Gleichzeitig beginnen diese zu stäuben, drehen sich aber lange bevor die Narbe bis zu ihnen hinauf gestiegen ist um 45°, je gegen das benachbarte kleinere Staubblatt hin, so dass keine Berührung der Sexualorgane eintreten kann. Die Drehung hört auf, wenn die 4 höhern Antheren ihre Innenseiten den beiden untern zuwenden, und geht erst nach einiger Zeit noch weiter, bis zu einem Bogen von 180°, von der Anfangsstellung an gerechnet. Wenn dieser Betrag erreicht ist, so ist die Narbe am Ende ihrer Thätigkeit angelangt und die Antheren enthalten nur noch ganz wenig Staub. Durch ihr Ueberneigen nach hinten kommen diese nun im letzten Moment der Anthese noch mit der Narbe in Berührung. Ich habe das regelmässige und sichere Eintreten der Autogamie in diesem Stadium an zahlreichen Büthen beobachtet.

Wie bei den meisten *Cruciferen*-Blüthen, öffnen sich die Antheren der beiden kürzern Staubblätter erst, nachdem diejenigen der längern schon einige Zeit funktioniert haben, und zwar ist hier diese

zeitliche Differenz ziemlich bedeutend: die Pollentaschen der kürzern Staubblätter öffnen sich erst, wenn sich die längern schon soweit gedreht haben, dass sie jenen ihre stäubenden Innenseiten zuwenden.

Bei einigen Blüthen beobachtete ich Heterostylie. Die Sexualapparate solcher Blüthen sind in Fig. 21—21 c dargestellt.

12. Cardamine trifolia L. (Taf. I, Fig. 22—27 und Taf. II, Fig. 28—33.)

Es liegt noch keine blüthenbiologische Beschreibung dieser Pflanze vor. Sie wurde von mir am 6. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Obwohl bei den Blüthen dieser Species die grössern Nektarien nicht über den kleinern Staubblättern stehen, so sind doch die den letztern opponierten Kelchblätter wie immer mit den bekannten Ausbuchtungen am Grunde versehen, die gewöhnlich als Honighalter aufgefasst werden und hier auch meistens eine derartige Funktion verrichten. Diese Ausbuchtungen kommen hier wie in allen andern Fällen dadurch zu Stande, dass sich die beiden genannten Kelchblätter von ihrer Ausgangsstelle am Blüthenboden nicht direkt nach oben, sondern, besonders in der Mitte, zuerst nach unten wenden und dann erst wieder aufsteigen. Diese Honigsäcke sind bei *Cardamine trifolia L.* sogar recht gut ausgebildet.

Die Petalen sind ganz weiss, besitzen ein deutlich wahrnehmbares, aus durchscheinenderen Gewebetheilen bestehendes Aderwerk und einen undeutlich abgesetzten Nagel (Fig. 22). Sie sind im Gegensatz zu den Blumenblättern von *Cardamine pratensis L.* ganz symmetrisch gestaltet. — Der Durchmesser der Krone beträgt 8—10, die Tiefe der Kronröhre 4 mm.

Auch die Anordnung und der Bau der Nektarien ist hier ganz anders, als bei der eben genannten Art. Während nämlich bei *C. pratensis L.*, wie bei den meisten übrigen *Cruciferen*, ausserhalb oder seitlich von der Basis der kürzern Filamente die grossen Nektarien liegen und die kleinern, zwischen den langen Staubfäden gelegenen Honigdrüsen oft nicht vorhanden sind, oder nicht funktionieren, so liegen hier die beiden grossen, kuchenförmigen Nektardrüsen gerade an der letztgenannten Stelle (Fig. 26 33), während zu beiden Seiten der kleinern Staubblätter nur kleine, oft gar nicht mehr sezernierende Nektarien wahrnehmbar sind. Diese fehlen oft ganz und sind überhaupt in ihrer Ausbildung sehr variabel, während in Bezug auf das Vorkommen und die Art der Ausbildung der 2 grossen, fleischigen, stark vorspringenden Scheibennektarien keine Abänderungen vorkommen. — Der Nektar bleibt in grossen, runden Tropfen auf den beiden beschriebenen Scheiben oder Kuchen liegen.

Alle Staubfäden besitzen seitlich gerade, häutige Verbreiterungen, die nach unten stärker werden und aneinander stossen. So kommen ausserhalb der längern Staubfäden, d. h. über den grossen Nektarien, gerade zu diesen führende Röhren zu Stande. Die Flügel der kürzern Filamente werden oft so breit, dass sie jene ganze Gegend des Blüthengrundes verdecken, oft aber lassen sie noch einen Raum frei, so dass dann zu ihren beiden Seiten auch noch eine Art von kleinern Blütheneingängen zu Stande kommt. Die Figuren beziehen sich auf diesen Fall, obwohl er seltener ist, nur Fig. 25 stellt ein kleineres Staubblatt mit starker Verbreiterung dar.

Der Längenunterschied zwischen den beiden Arten von Staubfäden bleibt immer bedeutend. Alle Antheren, auch die der kürzern Staubblätter, überragen den Teller der Blüthenkrone. — Die Narbe steht anfangs nur auf dem Niveau der untern Antheren und ist auch auf diesem Stadium meistens schon mit Papillen versehen. Jetzt stehen die 4 obern Antheren schon auf dem Höhepunkte ihrer Thätigkeit (Fig. 27 und 28). Sie haben zu stäuben begonnen, als die Narbe noch ganz unausgebildet war. Darauf streckt sich der Stempel, so dass die nun völlig empfängnissfähige Narbe die noch stark stäubenden obern Antheren berühren muss (Fig. 29 und 30). In vielen Blüthen waren allerdings zu dieser Zeit die obern Antheren schon verstäubt. Die 2 kleinern Staubblätter treten erst in Funktion, wenn die Narbe so hoch steht, dass sie jene nicht mehr berühren kann. — Vor ihrem gänzlichen Absterben wird dann die Narbe gewöhnlich noch etwas über die 4 obern Antheren weggehoben, jedoch nie so stark, dass spontane Autogamie nicht auch dann noch möglich wäre. Dann erfolgt die Streckung des Gynäceums infolge der eingetretenen Befruchtung. Auf diesem Stadium sind auch die Antheren der kürzern Staubblätter abgestorben. Sie dienten ausschliesslich der Fremdbestäubung, da am Anfang ihrer Thätigkeit die Narbe zu weit entfernt war zur Autogamie und später überhaupt keine empfängnissfähige Narbe mehr

existierte. — Indirekte Autogamie durch die Blüthenbesucher ist nicht ausgeschlossen. — Da die beiden Sexualorgane, wie wir gesehen haben, auch ziemlich gleichzeitig absterben, so kann die Blüthe als vollkommen homogam bezeichnet werden. In der Knospe erfolgt jedoch die Anlage des Gynäceums meist früher, als das Sichtbarwerden des männlichen Geschlechtsapparates. — Die Staubbeutel werden, in scharfem Gegensatz zu *C. pratensis L.*, nie aus ihrer ursprünglichen Lage abgedreht.

13. Dentaria pinnata Lam. var. alba. (Taf. II, Fig. 34 und 35.)

Es liegen noch keine blüthenbiologischen Angaben vor. Am 9 Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Die zu einer Doldentraube zusammengestellten, grossen, hellviolett gefärbten Blüthen besitzen grüne, roth umränderte und unten mit schwachen Ausbuchtungen versehene Kelchblätter und 15—17 mm lange, verkehrt eiförmige, ganz symmetrisch gebaute Kronblätter.

Die 4 fleischigen, stark vorspringenden Nektarien sitzen zwischen den Wurzeln je eines längern und eines kürzern Staubfadens. Sie bilden nach beiden Richtungen leistenförmige Fortsätze, die aber nirgends bis zur Verschmelzung gelangen (Fig. 34).

Die längern Staubfäden drehen sich nur so lange, bis sich die Antheren derselben gerade gegenüberstehen.

Dentaria pinnata Lam. var. alba blüht schwach protogyn. Wenn die 4 obern Antheren zu stäuben beginnen, so befindet sich die Narbe, die in der Knospe fast so hoch stand, wie die Antheren, um eine halbe Antherenlänge unter dem untern Rand jener 4 Staubbeutel. Wenn diese bald zu stäuben aufhören, so ist das Wachsthum des Griffels so weit gediehen, dass die Narbe bis zu jenen Antheren gestiegen ist und sich nur zur Autogamie an sie anlegt.

14. Dentaria pinnata Lam. (Taf. II, Fig. 36 und 37.)

Im Juni 1900 im Neuenburger Jura gesammelt und hier zum erstenmal beschrieben.

Die kürzeren Filamente zeigen nach innen vorspringende, ganz schwache, häutige Längsleisten. Die 4 längern Filamente tragen, freilich auch nur in ganz schwacher Ausbildung, seitliche Längsleisten. Die Drehung der längern Staubblätter geht gleich weit, wie bei der oben geschilderten Varietät dieser Pflanze.

Die beiden Nektarien gehen als kontinuierlicher Halbring aussen um die Basis der kürzern Staubblätter herum.

Die Blüthen sind ganz homogam. Die Differenz in der Länge der Sexualorgane bei Beginn ihrer Funktion ist aber hier viel bedeutender und gleicht sich auch am Ende der Anthese nicht aus, so dass Autogamie zum mindesten sehr erschwert ist.

15. Dentaria polyphylla W. K. (Taf. II, Fig. 38 und 39.)

Ebenfalls noch nicht blüthenbiologisch untersucht. Exemplare vom Bachtel (Kanton Zürich), Anfangs Mai 1900 gesammelt.

Diese im Habitus der eben besprochenen sehr ähnliche Pflanze besitzt auch einen dem eben geschilderten ziemlich ähnlichen Blüthenbau. — Die Honigsäcke des Kelches sind auch hier schwach entwickelt. Die Petalen sind weiss, oft mit einem Ton ins Gelbliche, und besitzen, wie die von *D. pinnata Lam.*, kaum sichtbare Adern. Ihre Länge beträgt 17—18 mm, ihre Form gleicht derjenigen der genannten Art sehr.

Die beiden Nektarien, breite Halbringe darstellend, umgeben aussen die Basis der beiden kürzern Filamente, reichen aber oft auch bis an die Innenseite derselben. Weit unten am Blüthenstiel, unterhalb der Wurzeln der längern Filamente, finden sich dann noch 4 nicht sezernierende, rudimentäre Nektarien.

Die Filamente sind dünn; alle haben schwache, häutige Verbreiterungen. Die 4 obern Antheren drehen sich ebenso weit, wie bei den zuletzt beschriebenen Arten.

Die Blüthen sind homogam, spontane Autogamie ist aber dennoch ausgeschlossen, weil der Griffel immer so kurz bleibt, dass die Narbe die stäubenden Antheren nicht berühren kann. Autogamie durch Herabfallen von Pollen mag nur selten vorkommen, da dieser sehr klebrig ist. Indirekte Autogamie ist dagegen ziemlich häufig.

16. Lunaria rediviva L.

Knuth (Handb. II. 1, p. 110) erwähnt nur die Beobachtung Loew's, wornach diese Blüthen im botanischen Garten in Berlin von der Honigbiene (sgd.) besucht werden. — Ich untersuchte die Pflanze nach Exemplaren, die ich am 5. Okt. 1900 im Klönthal gesammelt hatte.

Die augenfälligen Blüthen haben einen Durchmesser von 20—25 mm. Die Tiefe der Kronröhre beträgt 8—9 mm. Die Kelchblätter sind behaart, besitzen tiefe Honiggruben und erreichen $^1/_3$ der Länge der Petalen, die 15—20 mm beträgt. Die Kronblätter sind symmetrisch gebaut; der Nagel ist halb so lang als das ganze Blatt und weisslich gefärbt. —Die beiden Nektarien liegen an der Innenseite der ziemlich weit abstehenden kleinern Staubfäden. Die zeitlichen und die räumlichen Differenzen zwischen den 4 grössern und den beiden kleinern Staubblättern sind bedeutend. Die längern Staubfäden besitzen an ihrer innern Seite eine schief nach unten gegen das Nektarium hin verlaufende, häutige Leiste. Der so entstehende schief, resp. spiralig verlaufende Kanal, der unterhalb der Anthere beginnt und über dem Nektarium, resp. dem Honigsack endet, muss wohl, wie die ähnlichen, bereits besprochenen Einrichtungen anderer *Cruciferen*blüthen, als Leitvorrichtung für den Insektenrüssel aufgefasst werden. — Der unterste Theil der kürzern Filamente ist ganz schwach löffelförmig verbreitert.

Die Blüthen von *Lunaria rediviva L.* sind homogam, seltener schwach protogynisch, jedoch meist etwas knospenprotogyn, d. h. (nach Fisch, Nro. 20) das Gynäceum ist in der Knospe stärker in der Entwicklung vorgerückt, als das Andröceum, und seine Anlagen sind in ganz jungen Knospen auch früher sichtbar, als diejenigen der männlichen Sexualorgane. Autogamie ist unvermeidlich, da die Narbe den 4 höherstehenden Antheren während der ganzen Anthese direkt anliegt. Die Antheren der kleinen, stark seitwärts auseinander spreizenden Staubfäden dienen ausschliesslich der Allogamie.

17. Nasturtium pyrenaicum R. Br. (Roripa pyrenaica Rchb.) (Taf. II, Fig. 40—43.)

Diese Blüthen sind bereits von Mac Leod (No. 52) in den Pyrenäen untersucht worden. Meine Beobachtungen wurden am 31. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) gemacht.

Alle Theile der Blüthe, mit Ausnahme des grünen Gynäceums, sind gelb gefärbt. Die von mir untersuchten Exemplare hatten nur einen Durchmesser von 1,5—2,2 mm, während Mac Leod für die seinigen d = 5,5 mm angiebt. Die letztern Blüthen scheinen auch anders beschaffene Nektarien gehabt zu haben: Bei den Blüthen von Bourg-St.-Pierre fand ich links und rechts von jedem kürzern Staubblatt je eine längliche, mässig grosse Nektardrüse.

Spontane Selbstbestäubung ist hier, wiederum im Gegensatz zu Mac Leods Angaben, ausgeschlossen. In jungen Knospen sind die beiden Geschlechtsorgane gleich lang entwickelt. Schon vor der Oeffnung der Krone beginnt sich aber der Griffel rascher zu strecken, während sich der Narbenkopf gleichzeitig mit Papillen besetzt (Fig. 42). Wenn dann auch die Antheren zu stäuben beginnen, so steht die Narbe bedeutend über ihnen, obwohl sich unterdessen auch die Filamente stark verlängert haben. — Nach dem Gesagten sind die Blüthen von *Roripa pyrenaica Rchb.* schwach protogynisch dichogam. Sie besitzen aber eine das Andröceum bedeutend überdauernde Narbe.

18. Draba aizoon Wahlb. (Taf. II, Fig. 44—46.)

Es liegen noch keine Untersuchungen dieser Blüthe vor. Die meinigen wurden am 1.—3. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel ausgeführt.

Die Kelchblätter sind stark halb so lang, wie die Kronblätter, neigen an ihren obern Enden und an den Rändern etwas nach innen und besitzen unten zwei sehr schwache Ausweitungen. Die Blumenblätter und Antheren sind hell- bis goldgelb und zeigen an ihrem Grunde grünliche Adern. Der Durchmesser der Krone beträgt 9—10 mm. Der von einem fleischigen, alle Staubfäden umschliessenden Ring abgesonderte Honig ist stets reichlich vorhanden und sammelt sich in Form kleiner Tropfen zwischen den Basaltheilen der Filamente an. Er ist von oben leicht zugänglich und immer sichtbar.

Die basifixen introrsen Antheren, die sich gegen Ende ihrer Funktion nach oben drehen, sowie die Anordnung der Staubfäden in 2 Gruppen: je 2 kürzere und 2 längere u. s. w. sind allgemeine Merk-

male der *Cruciferen*blüthe. Die längern Staubfäden zeigen schon bei Beginn der Anthese eine Drehung gegen die kürzern hin, doch geht hier diese Torsion ebenfalls nicht weiter, als bis sich die Antheren der 4 genannten Staubfäden ihre Innenseiten gerade zuwenden.

Die von mir untersuchten Blüthen waren alle ausgeprägt protogynisch. Schon aus der Knospe ragt der Griffel hervor, dicht besetzt mit bereits wohlausgebildeten Papillen (Fig. 46). Der Stempel überragt während der ganzen Anthese die Staubblätter so bedeutend, dass Selbstbestäubung, auch wenn wir von der Dichogamie absehen, ausgeschlossen ist (Fig. 45). Die Narbenpapillen verwelken aber schon, nachdem die ersten Antheren aufgebrochen sind. — Die kürzern Staubgefässe treten immer bedeutend später in Funktion, als die längern.

An ca. 10 Blüthen, die vor Insektenbesuch bewahrt wurden, indem ich die Pflanze mit feiner Gaze bedeckte, blieb die Narbe zum Theil bedeutend länger frisch.

Als Besucher beobachtete ich im Garten von Herrn Fröbel an reichlich Nektar sezernierenden, in der Sonne stehenden Exemplaren bei windstiller Witterung einige Fliegen, in einer Stunde aber nur 3 Bienenbesuche, während die danebenstehende weisse *Saxifraga Burseriana L.* (s. unten) ganz von *Apis mellifica* ♀ umschwärmt wurde.

19. Draba aizoides L. (Taf. II, Fig. 47—52.)

Untersucht von F. Hildebrand (No. 25) nach Gartenexemplaren, von H. Müller (No. 56) am Piz Umbrail und von Kerner (No. 29). Ich beobachtete die Pflanze im botanischen Garten in Zürich am 5. und 6. April 1901.

Der Blüthenbau gleicht demjenigen der eben beschriebenen Art sehr. Der Durchmesser der Krone beträgt 8—9 mm. Die kurzen Nägel der Kronblätter steigen von ihrem Grunde aus zuerst aufwärts, werden dort auch vom Kelch eng zusammengehalten und breiten sich dann erst zum Blüthenteller auseinander. Daher kommt es, dass der Honig hier bedeutend besser geborgen ist als bei *D. aizoon Wahlb.* (Alle Merkmale dieser Blüthe, die mit denjenigen jener Art übereinstimmen, sind hier nicht besonders erwähnt.) Die 4 langgestreckten, oft miteinander verschmelzenden Nektarien liegen je zwischen der Basis eines langen und eines kurzen Staubblattes.

Der Griffel, der von Anfang an schwache, wellige Krümmungen aufweist, überragt auch hier während der ganzen Anthese die Staubblätter so bedeutend, dass, auch abgesehen von der protogynen Dichogamie, Selbstbestäubung ausgeschlossen ist, — im Gegensatz zu den Angaben von H. Müller. Dagegen sah ich in einigen Blüthen durch theilweises Schliessen der Krone, wobei sich die Petalen ganz zu den unten stehenden Antheren hinabneigten, um sich nachher wieder aufzurichten, Autogamie zu Stande kommen. — Die Protogynie ist hier etwas weniger ausgeprägt, als bei der oben geschilderten Art der Gattung *Draba;* die Narbe bleibt in den meisten Blüthen fast so lange frisch, als die Antheren stäuben.

Gegen Ende des Stäubens der Antheren beginnt sich der Griffel noch viel stärker zu krümmen und zu strecken. Hierauf schwillt der Fruchtknoten an und die noch lange nicht abfallenden Blumenblätter färben sich weiss (Fig. 49).

20. Draba Majellensis Kern. (Taf. II, Fig. 53—56).

Bisher noch nicht untersucht. Von mir am 28. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Die Erweiterungen am Grunde des Kelches sind stärker ausgebildet, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Der grösste Theil des Honigs sammelt sich dort an. Die Blumenblätter sind gelb, besitzen nur schwer sichtbare, etwas dunkler gefärbte Adern und haben eine Länge von ca. 4 mm. — Der Nektar wird durch einen Ring, der rings um die Basis der Filamente herumgeht, abgesondert (Fig. 56). Die 4 längern Staubblätter führen die oft besprochenen Drehungen nicht weiter, als bis ihre Antheren einander ihre Innenseiten zuwenden.

Obgleich die Blüthen homogam sind, so ist doch spontane Autogamie ausgeschlossen, da die Sexualorgane auch hier räumlich voneinander getrennt sind. Anfangs ist der Griffel nur von der Länge der Staubgefässe, dann aber wächst er rascher und überragt die Antheren, wenn diese, sowie die Narbe ihre Funktion beginnen, um das Doppelte (Fig. 54). — Die Pollenkörner sind rund oder schwach oval,

mit meridianartig angeordneten Rippen versehen und von schmutzig gelber Farbe. Die einzelnen Körner haften nicht sehr fest aneinander.

Ich beobachtete häufig Ameisen als Honigräuber.

21. Draba altaica Bge. (Taf. II, Fig. 57—60.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Art sind ebenfalls noch nicht bekannt. Meine Untersuchungen wurden am 3. Mai 1901 an Exemplaren aus dem botanischen Garten in Zürich ausgeführt.

Die Kelchblätter sind mit Ausnahme einer hellen, fast durchscheinenden Randparthie grün gefärbt. Die Kronblätter sind milchweiss. Sie tragen einige, gegen die Basis des Blattes konvergierende und dort deutlicher sich abhebende, dunklere Linien. Die Blumenblätter sind auch bei dieser Art ganz symmetrisch gebaut, sie ordnen sich jedoch hier deutlicher als bei der zuletzt besprochenen Art zu zwei Gruppen, wobei auch der Blütheneingang, der hier ziemlich eng ist, seine actinomorphe Form verliert. Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt 4—5 mm.

Die Nektarien umgeben in Form eines Halbringes die Aussenseite der verdickten Wurzeln der kleinern Staubfäden (Fig. 59 und 60). Dieser Wulst ist seitlich von der Basis des genannten Filamentes, also im Winkel gegen die längern Staubfäden hin, bedeutend stärker ausgebildet.

Die zeitlichen Unterschiede im Aufbrechen, sowie die räumlichen in der Lage der Antheren der beiden Arten von Staubfäden sind auch hier stark ausgeprägt und bleiben bis zum Schlusse der Anthese bestehen. Die Wurzeln aller Staubblätter sind verdickt, die der längern noch in höherem Masse, als diejenigen der kleinern Staubfäden, so dass infolge des Verschlusses des Blüthengrundes durch diese Zapfen von oben keine andern Stellen zugänglich sind, als die Nektarien, die aber auch z. Th. von diesen verdickten Filamentbasen überdacht werden. Es entstehen auf diese Weise 4 eigentliche Röhren, durch welche der Insektenrüssel zum Nektar eingeführt werden muss. Das Gebaren der Blumenbesucher entspricht auch ganz diesem eigentümlichen Bau der Blüthe: immer sieht man die Insekten, nachdem sie zu saugen begonnen haben, noch dreimal nacheinander ihren Vorderkörper heben und wieder senken, um jedesmal wieder von neuem zu saugen („Revolverblüthe").

Die Abdrehung der 4 längern Staubblätter gegen die kürzern hin beginnt erst spät und hört auch hier auf, sobald sich jene in der oft beschriebenen Weise gerade gegenüberstehen.

Die Narbe und die obern Antheren liegen während der ganzen Blüthezeit ziemlich auf derselben Höhe. Die Narbe ist schon in der Knospe mit Papillen bedeckt und wird noch vor Oeffnung der Krone vollständig empfängnissfähig. Erst später treten auch die Staubgefässe in Thätigkeit, und zwar kurze Zeit, bevor sie die volle Höhe der Narbe erreicht haben. Infolge ihres auch jetzt noch fortdauernden Wachsthums überragen die Staubblätter am Ende der Anthese den Stempel um einen ganz geringen Betrag, — um den gleichen, um den sie zu Anfang des Blühens von der Narbe überragt wurden. In allen diesen Stadien ist jedoch Berührung der Narbe mit den Antheren der längern Staubfäden möglich (Fig. 59 und 60). Erst wenn auch die Antheren der mässig stark seitlich abstehenden kleinern Staubfäden ihre Thätigkeit beginnen, stirbt die Narbe vollständig ab. Autogamie ist während der ganzen Anthese möglich; im Momente des Beginns der Funktion der kleinern Staubblätter sah ich sie sehr häufig eintreten. In diesem Stadium ist nur noch die äusserste Randzone der Narbe frisch.

22. Draba Dedeana Boiss. (Taf. II, Fig. 61—64.)

Ebenfalls blüthenbiologisch noch unbekannt. Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen wurden am 22. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel ausgeführt.

Die kurzen, breiten, weit abstehenden Kelchblätter sind, mit Ausnahme einer weisslichen, durchscheinenden, häutigen Randparthie, schmutzig grün gefärbt. Die rein weisse Krone hat oben einen Durchmesser von 7—8 mm. Die einzelnen Kronblätter besitzen einen kurzen, unten wieder etwas verbreiterten Nagel und eine grünliche Mittellinie; der äussere Rand zeigt eine schwache Einkerbung. Die Petalen sind symmetrisch gebaut, und das Aussehen der Krone von oben ist durchaus actinomorph.

Die Wurzeln der Filamente, besonders die der kleinern, sind verdickt (Fig. 63 und 64). Der Nektar wird hier von Anschwellungen an der Aussenseite der Basis jedes Filamentes abgesondert. Da diese Anschwellungen unterhalb der beschriebenen verdickten Filamentenden liegen und von diesen überwölbt werden, und da ausserdem die Nägel der Petalen trotz des nur lose anliegenden oder sogar abstehenden Kelches eine enge, ziemlich gut ausgebildete, wenn auch kurze Röhre bilden, so ist der Nektar recht gut geschützt. Die Nektarien an den beiden kürzern Staubfäden übertreffen die andern an Grösse.

Die Blüthen sind homogam, auch zeigt sich kein Unterschied in der Länge der innern Staubblätter und des Stempels. Da die Antheren immer in ihrer ursprünglichen Lage verharren, so ist spontane Autogamie leicht möglich.

23. Draba lasiocarpa Rchb.

Auch diese häufig zu *D. aizoon L.* eingezogene und dieser auch blüthenbiologisch in manchen Punkten ähnliche Art ist bis heute noch nicht untersucht worden. — Ich beobachtete die Blumen von *D. lasiocarpa Rchb.* am 26. April 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich.

Der Kelch ist dunkelgrün und mit weisslichen Randzonen versehen. Die Kronblätter sind gelb und besitzen nur unscharf abgesetzte Nägel.

Die Narbe ragt, bereits mit empfängnissfähiger Oberfläche versehen, schon aus der Knospe hervor. Die Antheren der 4 längern Staubgefässe beginnen zu stäuben, wenn sie durch Streckung der Filamente bis zur Höhe der Narbe gelangt sind. Dann erfolgt spontane Autogamie durch direkte Berührung der Sexualorgane ziemlich häufig, zumal sich die Staubblätter nur ganz wenig aus ihrer Knospenlage abdrehen.

Am Ende der Anthese verfärben sich die sehr lange nicht abfallenden Blüthenblätter und werden weiss.

24. Draba olympica Sibth. (Taf. II, Fig. 65 und 66.)

Noch nicht untersucht — Exemplare aus dem Garten von Herrn Fröbel in Zürich, am 23. April 1901 untersucht.

Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt 6—8 mm. Der grüne Kelch trägt vereinzelte lange, dünne, wollige Haare. Zwei Kelchblätter zeigen nach unten Ausbuchtungen, die meist mit Nektar gefüllt sind. Die Blumenblätter sind hochgelb gefärbt, besitzen keinen deutlich abgesetzten Nagel und sind mit schwach grünen, nach unten konvergierenden Adern versehen. Der Nektar wird wie bei *D. Dedeana Boiss.* oder ähnlich wie bei *D. altaica Bge.* abgesondert und geborgen.

Die Blüthen von *D. olympica Sibth.* sind homogam, nur sterben die Antheren immer viel früher ab, als die Narbe, was vielleicht in diesem Fall nur als Folgeerscheinung spärlich eingetretenen Insektenbesuches zu deuten ist, da es sonst auch nicht sehr zweckmässig wäre. Der Stempel ist immer erheblich kürzer als die Staubblätter, selbst die kürzern Staubfäden überragen ihn noch stark. Die obern Antheren drehen sich nur bis zu der oft besprochenen geraden Stellung und neigen stark nach vorn, so dass sie einander über der Narbe berühren und diese von oben gar nicht sichtbar ist. — Autogamie ist durch Herabfallen des allerdings sehr klebrigen Pollens auf die Narbe wohl möglich.

25. Draba repens Bieb. (Taf. III, Fig. 67—69a.)

Noch nicht untersucht. — Meine Notizen beziehen sich auf Material, das am 18. Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht wurde.

Der gelbgefärbte Kelch ist unten zu mässig starken Honighaltern ausgeweitet und trägt ganz vereinzelte, lange, weisse Haare. Die Petalen sind 4—4,5 mm lang und besitzen ein deutlich sichtbares Aderwerk. Sie sind ganz symmetrisch gebaut; auch ist die Form der Krone, von oben gesehen, ganz actinomorph.

Die Nektarien stehen zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubblätter als grosse, ovale, fleischige Körper (Fig. 68 und 69). Sie zeigen Spuren von Verbindungen untereinander.

Die längern Staubfäden besitzen häutige, leistenartige Verbreiterungen, die besonders unten ziemlich stark ausgebildet sind und an ihren den Nektarien zugewandten Rändern unter diese hinunter-

greifen. Die kleinern Filamente zeigen oft ebenfalls Verbreiterungen, die aber hier stets nur ganz schwach ausgebildet sind.

Der Fruchtknoten ist in transversaler Richtung etwas zusammengepresst, d. h. er ist in der Medianrichtung stärker ausgebildet, so dass die kleinern Staubblätter auf der Breitseite, die grössern auf der schmalen, stark gewölbten Seite liegen, — gerade umgekehrt wie z. B. bei den früher besprochenen Arten von *Aethionema*.

Die Blüthen sind anfangs protogyn. Der Griffel streckt sich bald nach der Oeffnung der Blüthe stark, so dass die nun schon empfängnissfähige Narbe auch hier über die Antheren hinausgehoben wird, bevor diese in Funktion treten. Auf diese Art ist Autogamie ausgeschlossen. In vielen Blüthen sah ich aber die Antheren bereits aufbrechen, als die Narbe jene Stelle eben passierte, so dass Autogamie dann theils unfehlbar eintreten musste, theils doch nicht ausgeschlossen war.

26. Draba hirta L. (Taf. III, Fig. 70.)

Von Warming in Grönland (No. 70) beobachtet. — Von mir Mitte Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich studiert.

Auch hier finden sich auf dem Kelch die charakteristischen, nur spärlich vorhandenen, langen, steifen, weissen Haare. Die Honigtaschen sind ganz wenig stärker ausgebildet, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Die Länge der Kronblätter beträgt 4—5 mm. Zu beiden Seiten der Basis jedes kleinern Staubblattes befinden sich je zwei starke Nektarien, die nie unter sich durch Querleisten oder kleinere Nektarien verbunden sind.

Alle 6 Staubfäden zeigen an ihrem untern Ende löffelförmige, häutige Verbreiterungen, deren Funktion als Saftdecke bei Betrachtung der Blüthe von oben recht begreiflich erscheint.

Auch hier wächst der Stempel über das Andröceum hinaus, bevor dieses in Thätigkeit tritt, so dass Selbstbestäubung, wenigstens direkte, unmöglich ist. Die von Warming in Grönland beobachteten Blüthen waren homogam und der spontanen Selbstbestäubung fähig (Knuth, Handb. II 1, p. 112). Bei den hier beschriebenen Blüthen war überdies die Narbe meist schon abgestorben, wenn sie die Höhe der noch nicht aufgebrochenen Antheren passierte. Diese Blüthen sind nach dem Gesagten also ausgeprägt protogynische Insektenblumen.

27. Descurainia deltoides DC.

Von mir zum ersten Mal untersucht. Es wurden die Beobachtungen an Exemplaren im botanischen Garten in Zürich am 5. Mai 1901 gemacht.

Die Honigtaschen sind hier so tief, wie die tiefsten in der später zu besprechenden Gattung *Aubrietia*. Der Kelch ist mit kurzen, groben Haaren dicht besetzt und gewinnt dadurch ein rauhfilziges Aussehen. Die Petalen erreichen eine Länge von 20 mm. Sie sind, mit Ausnahme eines kleinen Vorsprunges an der dem kleinen Staubblatt zugewendeten Seite des schlanken Nagels, ganz symmetrisch gebaut. Ihre Farbe ist ein mässig dunkles Violett; die deutlich sichtbaren Adern sind dunkler gefärbt; der Kelch ist weisslich-grün.

Die längern Staubblätter, die sich während ihrer Funktion den kürzern zuwenden, besitzen schmale, häutige, seitliche Verbreiterungen und an ihrer Innenseite Andeutungen einer schiefen Rinne. Auch die Verbreiterungen, resp. Vorsprünge an den kleinern Staubfäden sind ganz ähnlich, nur weniger stark ausgebildet, als die entsprechenden der Gattung *Aubrietia*. (Vergl. Fig. 74 und 75.)

Der Nektar wird von zwei, die Basis der kürzern Filamente aussen umgebenden Halbringen abgesondert, die links und rechts, d. h. gegen die Wurzeln der grössern Staubblätter hin, in feine Spitzen auslaufen, ohne aber dort zusammenzustossen.

Der Fruchtknoten ist flaumig behaart, eine Erscheinung, die wiederum bei der Gattung *Aubrietia* besonders häufig ist.

Da die Narbe beim Stäuben der obern Antheren gerade zwischen diesen und den beiden untern Staubbeuteln steht, so ist auch dann schon Autogamie durch Herabfallen von Blüthenstaub möglich. Das Gynäceum, das schon eine empfängnissfähige Narbe trägt, wenn es noch ganz kurz ist, setzt nun sein

Wachsthum weiter fort. Wenn es aber die obern Antheren erreicht, so sind die Narbenpapillen meist schon ganz verdorrt, und es ist dann gewöhnlich in jenen auch nicht mehr viel Pollen vorhanden. — Nach dem Gesagten sind die Blüthen von *Descurainia deltoides DC.* anfangs stark und am Ende der Anthese nur noch schwach protogynische Insektenblumen.

28. Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg. (Taf. III, Fig. 71—84 b.)

Ueber diese Gattung giebt Knuth (Handb. II. 1, p. 108) nur an, dass Loew im botanischen Garten in Berlin *Eristalis sepulcralis L.* auf *A. saxatilis L.* und *Apis mellifica* auf *A. Columnae Guss. (Ten.)* saugend beobachtete. — Ich untersuchte die Blüthen der *Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg.* am 3. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel.

Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt 10, die Länge eines Kronblattes 9—10, die Tiefe der Kronröhre 8 mm. Die Kelchblätter, besonders die beiden mit den bekannten, hier sehr stark ausgebildeten Vertiefungen versehenen, sind weisslich bis hellgrün, am Rande ganz farblos. Die violette Platte der Blumenblätter ist mit dunklern Adern versehen, der weisse Nagel in der bei *Descurainia deltoides DC.* geschilderten Art asymmetrisch gebaut (Fig. 73).

Die Honigdrüse (Fig. 77 und 78) stellt einen mässig ausgebildeten, grünen Ring dar, welcher die Wurzeln sämmtlicher Filamente aussen umzieht, der aber nur ausserhalb und besonders auf den Seiten der kleinern Staubblätter sezerniert und häufig sogar an den übrigen Stellen ganz unterbrochen wird. Der Nektar sammelt sich im Honigsporn des betreffenden Kelchblattes oder in Kugelform zwischen den Wurzeln je eines längern und eines kürzern Staubblattes (Fig. 80).

Wenn man den Kelch entfernt und dann die Kronröhre von aussen in allen Richtungen besieht, so gewahrt man einen Unterschied in der Stellung der Kronblätter und den asymmetrischen Bau der Nägel. Infolge dieser beiden Umstände schliessen die Nägel der Kronblätter über den beiden längern Staubfäden dicht zusammen, während sie bei dem kleinern Staubblatt eine grosse Lücke offen lassen. Diese bei weitaus der grössten Zahl von Blüthen durch Stellung oder Bau der Nägel entstehenden Oeffnungen dienen dazu, das Ausfliessen des abgesonderten Nektars in die entsprechende Kelchtasche zu erleichtern und dem von oben eindringenden Insektenrüssel den Durchgang in den Sporn des Kelches zu gestatten (Fig. 79).

Die 4 längern Staubblätter tragen schwach spiralig um dieselben herum verlaufende, aber meist nur an der Innenseite ausgebildete, stark vorspringende Leisten, die erst am untersten Theil der Filamente verschwinden (Fig. 74). Diese häutigen Leisten stehen schief nach oben ab, so dass sich zwischen ihnen und dem Filament eine Furche, eine Art von Kanal bildet, der nach oben, und in seinem untern Theile auch nach dem Blüthencentrum hin geöffnet ist. Die Leisten beginnen oben an den innern Seiten der 4 Staubfäden und drehen sich dann gegen die beiden kürzern Filamente hin, um endlich, nahe der Basis derselben, in eine flache, im gleichen Sinn gewundene Rinne der kurzen Staubfäden einzumünden (Fig. 74a), die direkt an den besonders reichlich sezernierenden Stellen des Nektariums, links und rechts von den Wurzeln des kurzen Staubblattes, wo ja auch die beiden Eingänge zum Honigsporn liegen, endigt, — während der Kanal am längern Staubblatt verstreicht. Da die Filamente in der Blüthe alle aufgerichtet sind, und besonders die 4 längern sich dicht aneinander anschliessen, so stellen diese 4 spiralig gewundenen Röhren die einzigen aber sichern Zugänge zum Nektar dar (Fig. 76—76c). Durch diese Vorrichtung wird kurzrüsseligen Insekten der Zutritt zum Honig erschwert und den eigentlichen Bestäubern wird eine bestimmte Manier in der Honigausbeutung vorgeschrieben, die, wie wir dem folgenden und den Figuren entnehmen können, sicher zur Kreuzung führen muss. Die Blüthen von *Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg.* sind darum nur langrüsseligen Bienen und Faltern zugänglich, und es lässt sich das Auftreten solcher Honigröhren in Verbindung mit der viel lebhafter als bei den meisten übrigen *Cruciferen* gefärbten Krone nicht anders denken, als dass wir hier eine Blume vor uns haben, die im Begriffe steht, sich zu einer höher angepassten, einer Falter- oder Bienenblume umzugestalten. Wenn wir bedenken, wie gut die oben besprochenen Leitvorrichtungen für den Falterrüssel passen, so scheint uns überdies das erstere allein wahrscheinlich.

Die Beobachtungen von Insektenbesuchen, die ich hier trotz der ungünstigen Witterung und

trotzdem ich die Blüthen nicht in freier Natur vor mir hatte, ausführte, bestätigten denn auch die über den Besucherkreis ausgesprochene Vermuthung.

Die besprochenen Vorrichtungen an den Filamenten sind starken Abänderungen unterworfen. Diese Abänderungen kommen aber nicht mit allen Uebergängen vor, sondern in Sprüngen, und es treten oft Bildungen in einer Blüthe auf, die in allen andern nicht einmal in der Anlage vorhanden sind. Ich fand allerdings unter vielleicht 90—95% der untersuchten Blüthen die beschriebenen Einrichtungen mit nur geringen Abänderungen; in einzelnen Blumen zeigten aber z. B. nur die längern Filamente die beschriebenen Leisten, die dann bis zum Grunde der Blüthe reichten, in andern trugen nur die kürzern Staubfäden durch die beschriebenen seitlichen Furchen, die dann weiter oben begannen, zur Bildung der Röhren bei, in einigen fehlten diese fast ganz. Zu den seitlichen Rinnen der kleinern Staubblätter gesellt sich ziemlich oft ein gegen die Blüthenmitte gerichteter, häutiger Vorsprung (Fig. 74 a), an dessen Seitenwänden dann jene Rinnen, meist seichter ausgebildet, sich vorfinden, wenn sie nicht ganz fehlen. Letzteres ist oft der Fall, da der Vorsprung für sich zur Weiterleitung des Insektenrüssels genügt. Häufig kommt bei diesen mit radialem Vorsprung versehenen kurzen Staubfäden anstatt der flachen seitlichen Rinnen ein tieferer Kanal auf der dem Fruchtknoten anliegenden Kante des Vorsprungs vor, in welchen Kanal dann die spiraligen Rinnen der seitlichen Staubfäden einmünden (Fig. 75). Es scheint also, dass es der Blüthe durchaus nicht darauf ankommt, an welchen Theilen sie die besprochenen Leitkanäle zum Nektar anlegt oder was für Mittel sie zu ihrer Erstellung benützt, sondern nur darauf, dass diese Kanäle wirklich vorhanden seien, da sie sonst in der Konkurrenz um Kreuzung neben den andern Blüthen ihrer Sippe nicht bestehen könnte.

Der Stempel hält in seinem Wachsthum immer Schritt mit den Staubblättern, so dass die Narbe stets ungefähr in der Mitte zwischen dem obern Ende der höhern und dem untern der tiefern Antheren verharrt. Die Papillen der Narbe werden erst völlig ausgebildet, wenn die obern Antheren schon einige Zeit gestäubt haben, die beiden Stadien dauern aber genau gleich lang. Die Blüthen sind also anfangs protrandrisch, später homogam. — In der Knospe zeigen die Staubblätter noch ihre ursprüngliche Stellung. Zur Zeit, wo die obern Antheren noch allein stäuben, drehen sie sich so lange, bis sie ihre Innenseiten einander zuwenden, und wenn dann auch die kleinern Staubblätter in Funktion treten, so wenden jene ihre mit Pollen bedeckten Innenseiten diesen zu (Fig. 84—84 b). So kommen zwei ganz mit Pollen ausgekleidete äussere Blüthenöffnungen zu Stande, in denen sich dann erst die Eingänge zu je 2 der besprochenen zum Honig führenden Rinnen finden. — Spontane Autogamie ist ziemlich sicher ausgeschlossen, da die Narbe, wie wir bereits gehört haben, noch nicht empfängnissfähig ist, so lange sich die 4 obern Antheren noch nicht gegen die beiden untern hin abgedreht haben, und da die Antheren der kleinern Staubfäden denn doch zu weit von der Narbe entfernt sind, um diese berühren zu können. Wenn die längern Staubblätter schon verstäubt und die innern Parthieen der Narbe bereits tot sind, so nähern sich die beiden untern Antheren gewöhnlich der letztern noch etwas und gelangten in einigen nicht häufigen Fällen sogar zur Berührung mit ihr. Durch Ueberkippen der Antheren der längern Staubfäden nach hinten sah ich dagegen nie Autogamie zu Stande kommen. Derartige Bewegungen der Antheren wären hier ja auch zwecklos, da die Torsion der Filamente hier nicht so weit geht wie z. B. bei *Cardamine pratensis L.*

29. Aubrietia purpurea DC. fol. aur. marg. (Taf. III, Fig. 85—87.)

Am 8. Mai 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Die Kronblätter haben die gleiche Farbe, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, nur an der Uebergangsstelle der Platte in den Nagel sind sie grün. Sie sind 17 mm lang und auch hier mit Ausnahme der feinen Nagelränder symmetrisch.

Wie die beigegebenen Figuren zeigen, sind die Nektarien hier etwas anders, als bei der Stammart gebaut. Sie bestehen nämlich nicht aus einem halbkreisförmigen Wulst um die Wurzeln der kürzern Staubblätter herum, sondern aus je zwei zu den beiden Seiten der Basis jener Filamente liegenden, läng-

lichen, charakteristisch geformten, Honig absondernden Drüsen, die vor dem Staubblatt beinahe zusammenstossen, aber nie ineinander überfliessen.

Die längern Staubfäden zeigen dieselben Verbreiterungen mit spiraligen Vertiefungen an der Innenseite (nicht vorspringende Leiste!), wie sie eben besprochen wurden. Die häutige, radial gestellte Leiste des kürzern Staubblattes dagegen springt oben viel stärker nach innen vor und besitzt unten kaum Andeutungen von seitlichen Rinnen, wohl aber eine deutliche Vertiefung an der dem Fruchtknoten anliegenden Kante. Der längs der spiraligen Vertiefungen der längern Staubfäden eindringende Insekten-(Schmetterlings-)rüssel stösst an die seitliche Wandung des häutigen Vorsprungs des kürzern Staubblattes und gleitet von da nach unten zum Nektarium (Fig. 87). Die genannte Vertiefung in der Leiste des kürzern Filamentes kann vielleicht als neue, besondere Leitröhre aufgefasst werden. Auf jeden Fall verengern diese radial gestellten, leistenförmigen, häutigen Fortsätze der kürzern Staubblätter den Blütheneingang ganz bedeutend und dienen, wie oben beschrieben, mit ihrer seitlichen Wandung zur Leitung des Insektenrüssels unmittelbar vor seiner Ankunft am Nektar. Sie scheiden auch die Zugänge zu den beiden aneinander anstossenden Nektarien voneinander.

Die Blüthen sind ebenfalls protogynisch. Die Narbe steht anfangs bedeutend tiefer als die 4 obern Antheren, etwa auf der Höhe der untern. Sie erreicht jene, wenn sie fast ganz verstäubt sind, aber doch noch so früh, dass im letzten Moment der Anthese noch Autogamie eintreten kann. Da aber die Streckung des Griffels häufig so spät eintritt, dass keine Selbstbestäubung mehr erfolgen kann, so bleiben die Narben dieser Blüthen noch lange Zeit frisch.

Es ist noch nachzutragen, dass die Drehung der längern Staubblätter hier noch weiter geht, als bis die obern Antheren den untern zugewendet sind, so dass am Ende der Anthese die Autogamie durch das Ueberkippen der Antheren der 4 längern Staubblätter nach hinten noch gefördert wird.

30. Aubrietia croatica Schott. (Taf. III, Fig. 88.)

Am 21. Mai 1901 im Garten von Herrn Fröbel gesammelt und später untersucht.

Die auch hier blaulila gefärbten Blüthen haben einen grüngelben bis weissen Eingang, der etwas weiter ist, als bei den oben besprochenen Formen. Hier ist auch der scharf von der Platte abgesetzte Nagel fast ganz symmetrisch gebaut. Das ganze Kronblatt erreicht eine Länge von 9 mm.

Die Nektarien sind ähnlich beschaffen, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, bilden jedoch nur einen einfachen Halbring ohne seitliche Fortsätze, der um die Basis der kleinern Staubfäden herumgeht.

Die Furche an der innern Seite der häutig verbreiterten längern Staubfäden ist hier weniger stark ausgebildet. Dagegen bilden sich hier ausserhalb des Randes der häutigen Verbreiterungen tiefere Rinnen, die ebenfalls in der oben geschilderten Art verlaufen und demselben Zwecke dienen. Das Ganze gleicht wieder mehr der Ausbildungsart bei *A. purpurea DC. fol. arg. marg.* — Diese tiefere Furche erhält sich bei den meisten der unten noch beschriebenen Arten allein. Da diese äusserst feinen Einrichtungen nicht gut in kurzen Worten beschrieben werden können, werde ich auf eine Vergleichung der später geschilderten Filamentformen mit diesen dann nicht mehr zurückkommen. — Die radial gerichteten Fortsätze der kürzern Staubblätter sind oben in zwei Zipfel gespalten und besitzen unten, auf ihrer an den Fruchtknoten anstossenden Kante ebenfalls eine Vertiefung, während dagegen jede Spur von seitlichen Einsenkungen hier fehlt (Fig. 88).

Die 4 längern Staubblätter drehen sich kaum so stark aus ihrer ursprünglichen Lage ab, bis sich die Antheren ihre mit Blumenstaub bedeckten Innenflächen paarweise gerade zuwenden.

Der Stempel ist kurz, der Fruchtknoten an seinem obern Theil behaart.

Das Gynäceum beginnt seine Thätigkeit etwas vor dem Andröceum und stirbt auch vor diesem ab. Der Unterschied in der Länge der Sexualorgane wird hier nicht gegen Ende der Anthese durch ein Nachwachsen des Griffels verringert oder gar aufgehoben, so dass spontane Autogamie höchstens durch Herabfallen von Pollen auf die Narbe möglich ist. Indirekte Autogamie ist nicht ausgeschlossen.

31. Aubrietia deltoidea DC. (Taf. III, Fig. 89 und 90.)

Die im Folgenden beschriebenen Exemplare stammen aus dem Garten von Herrn Fröbel (25. Mai 1901).

Die Farbe der Blüthen ist dieselbe, wie bei den schon besprochenen Arten. Der Blütheneingang ist weiss, das Aderwerk auf den Petalen nicht nur dunkler, sondern sogar ganz roth gefärbt. Ebenso sind die Kronblätter, sogar die Nägel derselben, fast ganz symmetrisch gebaut. Die Nektartaschen des Kelches sind selbst für diese Gattung ausnahmsweise gross.

Die Nektarien stellen einfache Ringe um die kleinern Staubfäden herum dar, die innen nicht geschlossen und aussen am mächtigsten entwickelt sind.

Die seitlichen Hautleisten an den längern Staubfäden sind gleich ausgebildet, wie bei der zuletzt besprochenen Form, nur mit dem Unterschiede, dass hier auch die dort beschriebenen tiefern Kanäle viel seichter ausgebildet sind und nach unten rasch ganz verschwinden. Auch die nach innen gerichteten Leisten der kleinern Staubblätter sind nur schwach entwickelt und beginnen auch lange nicht so weit oben am Filament, wie bei den bis jetzt beschriebenen Blüthen aus der Gattung *Aubrietia*.

Ueber die Differenz in der Länge der Sexualorgane gilt das bei den bereits besprochenen Arten Gesagte; der Griffel erreicht nie die Länge der Staubblätter. Da die Blüthen überdies so stark protogynisch sind, dass die beiden Stadien kaum mehr übereinander greifen, so ist Autogamie gänzlich ausgeschlossen. — Die Narbe ist roth gefärbt.

32. Aubrietia Antilibani Boiss. (Taf. III, Fig. 91.)

Am 2. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und im Frühsommer gleichen Jahres in den Gärten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht. — Ich spreche hier zuerst ausschliesslich von den Blumen aus dem Garten der Linnaea.

Der mit zahlreichen filzigen und einigen wenigen längern Haaren bekleidete, bräunlichgrün gefärbte Kelch ist oben überall roth umrandet und weitet sich unten zu recht starken Honigsäcken aus. Die letztern waren bei den im Garten von Herrn Fröbel untersuchten Exemplaren, auf die wir unten noch zurückkommen werden, etwas schwächer ausgebildet. — Die Kronblätter sind violett gefärbt, der Blütheneingang, d. h. die Umbiegungsstelle der Nägel der Kronblätter in die Platten ist ganz weiss; die Nägel sind an ihrem Rande weiss, häutig und ziemlich stark asymmetrisch. Im übrigen sind sie, mit Ausnahme des untersten grünen Theils, hellviolett gefärbt. Die Länge eines isolierten und gestreckten Kronblattes beträgt 13—13,5 mm. Die Petala besitzen auf ihrer Oberseite ein deutlich sichtbares, dunkleres Aderwerk, das als Saftmal funktionierend gedacht werden kann. — Die bei Herrn Fröbel beobachteten Blüthen besassen nur 10 mm lange Kronblätter mit viel weniger deutlich abgesetztem und ganz symmetrischem Nagel. Die Antheren der längern Staubfäden waren auch in diesen Blüthen, im Gegensatz zu den später im Wallis untersuchten, schon einige Zeit nach erfolgter Oeffnung der Krone gegen die der kleinern hin abgedreht.

Der Bau der Nektarien ist ein ähnlicher, wie *A. purpurea DC. fol. aur. marg.*; die bekannten Verbreiterungen an den Filamenten sind ganz gleich ausgebildet, wie bei *A. croatica Schott.*

Die Blüthen sind mässig stark protogynisch dichogam. Die Narbe wird frühzeitig so stark gehoben, dass sie zu der Zeit, da die 4 höherstehenden Antheren stäuben, 4 mm über diese, 6—7 mm über die beiden untern und weit aus der Blüthe herausragt und dass die Gesammtlänge des Gynäceums dann 11—12 mm beträgt. Spontane Autogamie ist also ausgeschlossen. — Die Exemplare im Garten des Herrn Fröbel waren viel stärker dichogam. Ferner wuchs hier der Griffel gar nicht über das Androeceum hinaus. Die Narbe kam eben bei den obern Antheren an, als sie am Rande noch einige lebenskräftige Papillen besass. In den meisten Fällen waren die Antheren dann noch geschlossen, nur ganz selten trat spontane Selbstbestäubung ein.

33. Aubrietia Columnae Guss. (Ten.)

Ich beobachtete die Blüthen dieser oft zu *A. deltoidea DC.* gerechneten Art am 4. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre.

Der Kelch ist ganz gleich beschaffen, wie bei *A. Antilibani Boiss.;* nur sind hier die langen, vereinzelten, weissen Haare nicht so sehr lang und nicht verzweigt, wie dort, dagegen zahlreicher. Auch die Petalen sind gleich gebaut; sie erreichen eine Länge von 10,5 mm; die unsymmetrischen, seitlichen Ausbuchtungen des Nagels sind etwas stärker entwickelt, als dort. Die Farbe der Krone ist dunkler, als die der genannten Blumen. Es giebt aber daneben auch noch weisse Blüthen; in dem genannten Garten fand ich violette und weisse Blumen an ein und demselben Stengel!

Die Nektarien sind gleich ausgebildet wie bei *A. deltoidea DC.*, nur springt der Honig absondernde Ring hier nicht wallförmig vor, sondern ist im Gegentheil eingesenkt, so dass wir also hier besser von einer ringförmgen Rinne sprechen können. — Die häutigen Organe an den Staubfäden sind ganz gleich, wie bei *A. deltoides DC.* ausgebildet. — Wie dort, so drehen sich endlich auch hier die 4 längern Staubfäden kaum so weit, bis sich je zwei gerade gegenüberstehen.

Das stark behaarte Gynäceum gelangt auch bei dieser Art vor dem Andröceum zur Reife, doch ist der Grad der Dichogamie dieser Blüthen gering oder doch nur mässig stark. Da die Narbe noch stark papillös ist, wenn sie bis zur Höhe der dann am stärksten stäubenden obern Antheren gehoben worden ist, so erscheint Autogamie, allerdings erst gegen Ende der Anthese, unvermeidlich. — Es kommen hinsichtlich des Grades der Dichogamie und der Differenz in der Länge der Staubfäden und des Stempels ziemlich grosse Abänderungen vor. So giebt es, allerdings ziemlich selten, auch Blüthen, wo durch starke Dichogamie und rasches Strecken des Griffels bis über die Länge der Staubfäden Autogamie verunmöglicht ist.

An einzelnen Stengeln fand ich kleinere Blüthen mit ganz rudimentären Staubblättern.

34. Aubrietia Leichtlini h. (Taf. III, Fig. 94—100.)

Am 16. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und früher nach am 8. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich gesammeltem Material untersucht.

Der Kelch ist flaumig behaart. Die Honigsäcke sind stärker entwickelt, als bei *A. purpurea DC.*, jedoch nicht so stark wie bei *A. deltoidea DC.* Die Länge der Kronblätter habe ich im Garten des Herrn Fröbel zu 13, in Bourg-St.-Pierre zu 18 mm gemessen; dort waren kaum die häutigen Ränder des Nagels, hier (Fig. 94) dagegen auch die überdies etwas schärfer abgesetzten Platten asymmetrisch gebaut. Die Farbe der Kronblätter der bei Herrn Fröbel untersuchten Blüthen ist ein helles, auf der Aussenseite ins Weissliche übergehendes Karminroth; die Blumen im Garten der Linnaea waren hellviolett. Die Petalen besitzen ein deutliches, besonders an ihrer Basis dunkler gefärbtes Aderwerk.

Die Nektarien stellen 4 ziemlich stark vorspringende, charakteristisch umgrenzte, nach unten spitz zulaufende aber nicht zusammenfliessende Höcker zu beiden Seiten der kleinern Staubgefässe dar. Ueberdies kommen an der Basis der längern Filamente häufig noch Rudimente von 4 weitern Nektarien vor. Diese sezernieren jedoch nie.

Die Leisten der kleinern Staubblätter sind auf ihrer Kante nicht oder nur selten mit einer Rinne versehen, sie biegen sich dagegen, ähnlich wie bei den unten zu besprechenden Blumen aus der Gattung *Alyssum,* an ihrem Rande meistens gegen das Filament hin um, so dass auf diese Weise ein neuer Kanal entsteht. Häufig legt sich, wie dies bei der genannten Gattung dann allgemein geschieht, der ursprünglich radial gestellte Vorsprung der kleinern Staubfäden seitlich um (Fig. 95 und 95 a). An den längern Staubblättern, deren Filamente starke häutige Verbreiterungen tragen, ist hier neben dem äussern, tiefern Kanal der bei *A. croatica Schott.* erwähnte innere, seichtere, in Fig. 97 mit (!) bezeichnete noch ganz gut ausgebildet. Beide Rinnen verlaufen hier nicht mehr spiralig um die Filamente herum, sondern nur schwach schief, oft ganz gerade nach unten und sind auch am untern Ende der Staubfäden noch

gut ausgebildet, da sie dort nicht in entsprechende Organe der kleinern Staubfäden einmünden, sondern den Insektenrüssel allein bis zum Nektar leiten. — Die 4 längern Staubfäden drehen sich nicht stark aus ihrer ursprünglichen Lage ab.

Die dem Garten des Herrn Fröbel entnommenen Blüthen waren anfangs protogyn, am Ende der Anthese dagegen homogam. Die Staubfäden überragten das Gynäceum während der ganzen Anthese um den gleichen Betrag. Bei den im Garten der Linnaea untersuchten Blüthen wuchs dagegen der Stempel schneller, und die Narbe wurde sogar an den 4 obern Antheren vorbeigehoben, als diese noch gar nicht stäubten. Diese Blüthen waren während der ganzen Anthese schwach protrandrisch. — In beiderlei Blüthen ist Autogamie unwahrscheinlich; in den erstgenannten ist sie jedoch durch Herabfallen von Pollen und in denen aus dem Alpengarten der Linnaea dadurch möglich, dass oft, wie z. B. in Fig. 100, der Griffel zu wenig hoch über die Staubblätter hinauswächst.

Eine mir unbekannte Farbenvarietät, die im Garten von Herrn Fröbel als

35. Aubrietia „Froebeli" (Taf. III, Fig. 92)

bezeichnet war, habe ich im Juni 1901 in jenem Garten untersucht.

Der schmutzig braungrün gefärbte, wollig behaarte Kelch besitzt unten sehr tiefe Honiggruben. Die Petala erreichen eine Länge von 12 mm und sind ganz symmetrisch gebaut. Die Platten sind blauviolett, die Nägel grünlichweiss gefärbt. Ein reich verzweigtes Aderwerk ist nur schwer sichtbar.

Die beiden Nektarien umziehen als schmale Halbringe die Aussenseite der Basis der kleinern Filamente.

Die Verbreiterungen an den längern Filamenten sind nicht sehr stark entwickelt, die Rinnen nur schwach ausgebildet, gehen aber stärker schief als z. B. bei *A. croatica Schott.* oder sogar spiralig nach unten. Sie münden meistens in die besonders oben stark ausgebildeten Höhlungen auf der Kante des Vorsprunges der kleinern Filamente, die dann zum Honigsporn führen.

Die Differenz zwischen den grössern und den kleinern Staubblättern beträgt etwa $1^1/_2$ Antherenlängen. Da die beiden Sexualorgane gleichmässig schnell wachsen, so verharrt die Narbe während der ganzen Anthese zwischen den obern und den untern Staubbeuteln. — Die Blüthen sind so stark protogyn, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Ueberdies drehen sich die obern Staubbeutel nach dem Beginn ihrer Funktion, bis sie sich gegen die kürzern hinwenden und bewegen sich also von der Narbe weg. —

36. Aubrietia gracilis Sprun. (A. Pinardi Boip.) (Taf. III, Fig. 93.)

Im Monat Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel untersucht.

Der Kelch besitzt recht tiefe Honighalter. Er ist gelbgrün und trägt spärlich wirre, lange Haare. Die Länge der Petalen beträgt 14 mm. Die nicht sehr scharf von den Nägeln abgesetzten Platten der Kronblätter sind symmetrisch, die Platten blaulila, die Nägel weiss. Das Aderwerk der Platten ist kaum sichtbar.

Zu beiden Seiten der Wurzeln der kürzern Staubblätter liegen grosse, runde Nektarien, die gegen die längern Staubfäden hin und nach unten lange, dünne Fortsätze bilden, welche aber nie zusammenfliessen. — Die mit den bekannten schiefen Furchen versehenen Verbreiterungen der längern Staubfäden sind mässig stark ausgebildet, die gegen das Innere der Blüthe vorspringenden Leisten der kürzern Filamente fleischig und nur wenig ausgehöhlt. Sie beginnen unmittelbar unter der Anthere und greifen mit ihrer Spitze ganz in die Furchen der Anthere hinein, gehen aber nicht bis ans untere Ende des Filamentes, während sich die genannte wenig tiefe Rinne am Filament selbst bis dorthin fortsetzt.

Die Blüthen sind protogynisch. In der Knospe ist das Gynäceum viel länger, als die Staubfäden. Seine Papillen bilden sich unmittelbar nach der Oeffnung der Krone. Die Narbe wird später an den obern Antheren vorbeigehoben, bevor diese stäuben, so dass Autogamie ausgeschlossen ist. Narbe und Antheren bleiben ungefähr gleich lang in Thätigkeit, häufig überdauert die Narbe sogar das Andröceum.

37. Arabis alpestris Schleich.

H. Müller giebt (No. 56) einige in den Alpen beobachtete Insektenbesuche an. Ich habe die Blüthen der genannten Pflanzen am 1. Juni 1901 in Zürich nach Exemplaren aus dem Garten des Herrn Fröbel untersucht.

Die Nektarsäcke im Kelch sind gleich stark entwickelt, wie bei der unten beschriebenen Art *A. hirsuta Scop.* Die Krone ist weiss. An der Innenseite der Wurzeln der kleinern Staubfäden, links und rechts nach aussen vorragend, finden sich die beiden kleinern und zwischen den Wurzeln der längern Staubfäden die zwei grössern, stark vortretenden Nektarien. — Die längern Filamente sind seitlich mit ganz schwachen, geraden, häutigen Leisten versehen. — Die 4 obern Antheren drehen sich so lange, bis sie sich gerade gegenüberstehen.

Die Blüthen von *Arabis alpestris Schleich.* sind stark protogynisch. Bei beginnender Anthese ist der Griffel um eine halbe bis eine ganze Antherenlänge kürzer, als die Staubfäden. Er streckt sich dann aber rasch, und die Narbe passiert die 4 höhern Antheren, wenn diese noch geschlossen sind. In diesem Momente besitzt der Griffel eine Länge von 3,5 mm. Gewöhnlich stirbt die Narbe erst ab, wenn die Antheren schon stark stäuben, oft aber auch schon bei beginnender Thätigkeit der letztern.

38. Arabis hirsuta Scop. (Taf. III, Fig. 101 und 102.)

Die Bestäubungseinrichtungen dieser Blüthen sind bereits von Hermann Müller (No. 55) und von Warnstorf (No. 71) studiert worden. Ich untersuchte sie am 12. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die rein weiss gefärbten Blüthen besitzen einen schwach wollig behaarten Kelch mit kleinen Honigsäcken und ganz symmetrisch gebaute, 4 mm lange Kronblätter. Das Aussehen der Krone von oben ist regelmässig, actinomorph, die Oeffnung ist quadratisch. Dies lässt uns die Anordnung der Nektarien erraten: Es finden sich 2 gleich grosse Honigdrüsen, die zwischen den Wurzeln je eines kürzern und eines längern Staubblattes liegen und in gleichen Abständen voneinander im Blüthengrund vertheilt sind. Müller fand an den von ihm untersuchten Exemplaren dagegen zwei an der Innenseite des Grundes der kürzern Staubblätter befindliche Nektarien. Die 4 Nektarien meiner Blüthen stehen untereinander durch schmale, nicht sezernierende Drüsenstreifen in Verbindung, wobei sich oft noch an den Wurzeln der längern Staubblätter dickere Wülste ausbilden. Ueberdies senden die 2 grösseren Nektarien auch noch Fortsätze an die Innenseite der kürzern Staubblätter, die aber nie zusammenfliessen. Daraus fogt, dass hier der typische, sämmtliche Filamentwurzeln aussen umziehende Nektarring der *Cruciferen*, sammt der sehr häufigen Fortsätze an die Innenseite der kürzern Staubblätter sehr vollständig ausgebildet ist. Das dieser Beschreibung beigegebene Schema (Fig. 102) zeigt den geschilderten Bau der Honig absondernden Organe im Blüthengrund.

Die Drehung der 4 längern Staubblätter, über die Müller nichts sagt, geht hier erst am Ende der Anthese so weit, dass sich die Antheren gerade gegenüber stehen. Müller erwähnt auch die seitlichen Häute nicht, welche sich unten an den genannten Staubfäden finden und diese löffelförmig gestalten.

H. Müller berichtet, dass seine Blüthen homogam waren und ein den Stempel überragendes Andröceum besassen, so dass durch Pollenfall am Ende der Anthese Autogamie eintreten konnte. — Meine Blüthen waren anfangs ziemlich stark protogyn, und die Narbe stand dann etwas höher als die 4 obern Staubbeutel. Diese wurden dann gehoben und berührten am Ende der Anthese die Narbe regelmässig.

39. Arabis procurrens W. et K. (Taf. III, Fig 103 und Taf. IV, Fig. 104 und 105.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Species sind noch unbekannt. Ich untersuchte dieselben am 4. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Die weissen, symmetrischen Kronblätter haben eine Länge von 9 mm. Es kommen auch hier 4 grössere und 4 kleinere Nektarien vor, die alle an denselben Stellen liegen, wie bei der soeben besprochenen *A. hirsuta Scop.*, doch sezernieren hier auch die kleinern. Auch hier sind alle Nektarien miteinander verbunden, höchstens zwischen den kleinern wird der Ring zuweilen unterbrochen. Die Fortsätze an der Innenseite der kleinern Filamente kommen ebenfalls vor (Fig. 105). Alle Staubfäden

tragen ziemlich breite, oben und unten gleichmässig entwickelte Häute, welche unten natürlich innerhalb der Nektarien vom Blüthengrund entspringen. — Die 4 obern Antheren drehen sich nur so lange, bis sie sich gerade gegenüberstehen.

Schon in der Knospe entwickeln sich die Papillen der Narbe. Während der ganzen Anthese überragt der Griffel die Staubblätter fast um die Hälfte seiner Länge (Fig. 104). Autogamie ist infolge dieser Thatsache und der protogynischen Dichogamie ausgeschlossen.

40. Arabis Coerulea Haenke. (Taf. IV, Fig. 106—113.)

Untersucht von Kerner (No. 29), von Kirchner (No. 33) und von Schulz (No. 63). Ich studierte diese Blüthen am 2. Mai 1901 im botanischen Museum in Zürich nach Exemplaren aus dem botanischen Garten daselbst.

Die von mir untersuchten Blüthen waren immer ganz weiss, höchstens war am Anfang der Anthese, wenn man darnach suchte, ein leichter bläulicher Schimmer auf den Blumenblättern zu beobachten. Die Petalen besitzen keine Adern und sind höchstens am Grunde leicht grünlich gefärbt. Der Durchmesser der ausgebreiteten Krone beträgt 5—6 mm und ebenso viel messen auch die ausgestreckten Kronblätter in der Länge.

Ich fand die Nektarien als ganz unscheinbare Halbringe um die Wurzeln der kleinern und oft auch noch um diejenigen der grössern Staubfäden herum. In den meisten Blüthen wurde gar kein Nektar abgesondert, wie ich leicht durch Behandlung ganzer Blüthen mit Fehling'scher Lösung (nach Knuth, Nro. 41) oder mit Nylander'schem Traubenzuckerreagens konstatieren konnte, in andern nur ganz wenig und zwar an der Basis der kürzern Staubfäden. Die wohlausgebildeten Honigsäcke der über den kleinern Staubfäden stehenden Kelchblätter sind also hier zwecklos.

Knuth sagt (Handb. II 1, p. 89), die Forschungsresultate von Kerner, Kirchner und Schultz zusammenfassend: „Die Blüthen sind homogam bis schwach protogyn. Die Antheren der längern Staubblätter liegen der mit ihnen in gleicher Höhe stehenden Narbe bei trüber Witterung und in der Nacht dicht an; auch die kürzern erreichen nicht selten die Narbe. Es ist daher spontane Selbstbestäubung unausbleiblich." — An meinen Blüthen habe ich die Beobachtung gemacht, dass anfangs die Narbe noch etwas unterhalb jener 4 Antheren steht. Der Stempel streckt sich aber rasch, und während des grössten Theils der Anthese sind die Sexualorgane thatsächlich gleich lang. Im übrigen fand ich hier eine ganz gleiche Geschlechterentwicklung, wie Kirchner an seinen Exemplaren. Nur war an den von mir untersuchten Blumen der Längenunterschied zwischen den beiden Arten von Staubblättern bedeutend, so dass die Antheren der kürzern, die überdies auch häufig nach hinten überkippen und ziemlich weit vom Stempel entfernt sind, die Narbe nie berührten. Sie dienen wohl ausschliesslich der Kreuzung durch Insekten, namentlich Fliegen, von denen die Blumen trotz ihres Honigmangels dennoch etwa besucht werden. — Die Antheren der längern Staubblätter drehen sich nicht aus ihrer ursprünglichen Stellung ab, sondern liegen der Narbe eng an. — Leisten, Vorsprünge etc. an den Filamenten kommen nicht vor.

41. Arabis bellidifolia Jacq. (Taf. IV, Fig. 114—115a.)

Die Blüthen dieser Pflanze wurden von Hermann Müller (No. 56) biologisch untersucht. Meine Beobachtungen wurden im Sommer 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und Ende Mai desselben Jahres im Garten des Herrn Fröbel und im botanischen Garten in Zürich ausgeführt und sollen nur einige Ergänzungen zu Müllers Resultaten geben.

Die Honigsäcke im Kelch sind nur schwach ausgebildet. Die weissen, ganz symmetrisch gebauten Kronblätter haben eine ähnliche Form, wie diejenigen von *A. procurrens W. et K.* Sie sind 6—7 mm lang.

Ich beobachtete, übereinstimmend mit Müllers Resultaten, an den Wurzeln der längern Staubfäden 4 kleinere Nektarien, die manchmal nicht sezernierten. Die grössern dagegen lagen an meinen Blüthen nicht unmittelbar unter den kürzern Filamenten, sondern, 4 an der Zahl, zu beiden Seiten der Basis derselben, als dreieckige, nach unten und nach oben, um die Filamentwurzel herum, sowie gegen die kleinern Nektarien hin Fortsätze aussendende, fleischige Körper (Fig. 115 und 115a). — Die Filamente

der kleinern Staubblätter sind stielrund, diejenigen der längern dagegen besitzen beidseitig gerade verlaufende, häutige Verbreiterungen. — Die Differenz in der Länge der grossen und der kleinen Staubblätter beträgt mehr als eine Antherenlänge. — Die 4 obern Antheren drehen sich im Verlaufe der Anthese gegen die beiden untern hin.

Die Blüthen sind homogam bis schwach protogynisch. (Müllers Exemplare waren „protogyn mit langlebiger Narbe.") Der Stempel ist anfangs kürzer, als die Staubfäden. Wenn die Narbe dem Absterben nahe ist, so ist durch Streckung des Griffels bis zur Höhe der obern Antheren gehoben worden und wird von diesen, die dann stark stäuben, mit dem eigenen Pollen belegt. Die Narbe überdauert das Andröceum nur kurze Zeit. — Die letzten Bemerkungen beziehen sich auf die Blumen, die ich im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre studierte. Die Geschlechterentwicklung der von mir im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blüthen war dagegen wesentlich anders: In der Knospe und unmittelbar nach der Oeffnung der Krone war hier der Stempel noch viel kürzer, als die Staubfäden. Er streckte sich dann rascher, passierte, kaum mit den ersten Narbenpapillen versehen, die 4 höherstehenden Staubbeutel, und zwar, als diese noch alle geschlossen waren, um hierauf sogar noch über dieselben hinauszuwachsen, bevor sie sich öffneten, so dass niemals Selbstbestäubung eintreten konnte. Gegen Ende der Anthese streckten sich dann auch die Filamente von neuem, so dass in einer grossen Anzahl von Blüthen zuletzt noch eine Berührung der Sexualorgane eintrat, die aber oft nicht mehr zur Autogamie führte, da die hier nicht überdauernde Narbe dann meistens schon abgestorben war. In den wenigen Blüthen, wo sie wegen ausgebliebener Kreuzung noch längere Zeit frisch blieb, konnte dann aber noch Autogamie erfolgen. — Wir sehen hier also dieselbe Pflanze, das gleiche Ziel, Autogamie am Ende der Anthese, durch ganz verschiedene Mittel erreichen.

42. Arabis alpina L. (Taf. IV, Fig. 116—119.)

Beschrieben von Sprengel (No. 63a), von Axell (No. 1), von H. Müller (No. 56), von Ekstam auf Novaja Semlja (No. 13) und von mir am 26. April 1901 im botanischen Garten und am 28. April 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die ganz geöffnete Blüthe hat einen Durchmesser von ca. 8 mm (nach Ekstam auf Novaja-Semlja 6—12 mm). Die Platte der 5—6 mm langen Kronblätter (Fig. 116) ist weiss, ohne Aderwerk, und asymmetrisch gebaut; der Nagel sowie die Kelchblätter sind grün. — Nach den Untersuchungen der oben Genannten (S. Knuth, Handb. II 1, p. 86) sitzen 2 grössere Nektarien aussen am Grunde der kürzern Staubfäden und 2 kleinere zwischen den Wurzeln der längern Filamente. Die letztern sondern kaum Honig ab. Die Form der Honigdrüsen variiert stark. — An den von mir untersuchten Blüthen fand sich ein ausserhalb und besonders seitlich von den kleinern Filamenten fleischiger werdender, Nektar in reichlicher Menge absondernder Ring. Der Honig sammelte sich gewöhnlich in Tröpfchen zwischen den einzelnen Filamenten, seltener in den hier nur schwach ausgebildeten „Honigtaschen" des Kelches an.

Ueber die Entwicklung der Sexualorgane und den Vorgang der Bestäubung sagt Knuth (S. oben), den genannten Forschern folgend: „Die Blüthen sind homogam. Die längern Staubblätter kehren ihre pollenbedeckte Seite bald den benachbarten kürzern zu, so dass ein zum Nektar vordringendes Insekt sie streifen muss, und daher Fremdbestäubung bevorzugt ist; bald kehren sie dieselbe der Narbe zu, und lassen dann, namentlich bei trübem Wetter (in Grönland stets), Pollen auf die Narbe fallen oder berühren dieselbe, so dass spontane Selbstbestäubung eintritt". — Meine Blüthen waren homogam bis schwach protogynisch, alle aber in geringem Grade deutlich knospenprotogyn. Es entwickeln sich auch die Narbenpapillen sehr oft schon in der noch geschlossenen Blüthe, während die Staubblätter ihre endgültige, den Stempel übertreffende Länge noch nicht erreicht haben. Nach dem Oeffnen der Krone strecken sich die Staubblätter sofort, passieren in noch geschlossenem Zustande die empfängnissfähige Narbe und beginnen dann zu stäuben. Die Papillen der Narbe bleiben genau so lange frisch, als die Staubbeutel funktionieren. — Schon in der Knospe haben sich die 4 längern Staubblätter bis zu der schon oft besprochenen vis-a-vis-Stellung ihrer Antheren gedreht. Später geht diese Torsion weiter, so dass die 4 genannten Antheren ihre stäubenden Innenflächen den benachbarten kleinern Staubblättern zu-

wenden. Da die Nektarien, wie oben bereits bemerkt wurde, ausserhalb der kleinern Filamente besonders stark entwickelt sind, so benützen die Insekten zur Einführung ihres Rüssels diese beiden durch das Zusammenneigen von je 2 längern und einem kürzern Staubblatt entstandenen Wege, die aber ganz mit Blüthenstaub ausgekleidet sind. — Bei einzelnen Exemplaren entwickeln sich die Antheren rascher und brechen schon auf, bevor sie durch das Wachsthum der Filamente über die Narbe hinaus gehoben worden sind. Dass trotzdem auch hier keine Selbstbestäubung möglich ist, bewirkt die oben beschriebene Abdrehung der längern Staubgefässe von der Narbe weg und gegen die kürzern Staubfäden hin.

Im Garten des Herrn Fröbel fand ich Exemplare, bei denen die Drehung der 4 höhern Antheren erst begann, nachdem diese schon zu stäuben angefangen hatten. Da bei diesen Blüthen zugleich die Streckung der Filamente nicht so stark ist, und auch erst später erfolgt, so steht auf diesem Stadium die empfängnissfähige Narbe der durchaus homogamen Blüthe zwischen den Antheren der kürzern und denen der längern Staubfäden und berührt beide. — Da ich nun mit Sicherheit konstatieren konnte, dass diese Art der Geschlechterentwicklung bei solchen Blüthen vorkam, die wegen ungünstiger Witterung keine Insektenbesuche erhielten, so schloss ich während der nun folgenden sonnigen Tage eine Anzahl Blüthen von *A. alpina L.* durch Gazenetze von den Insekten ab, und zwar als sie noch im frühen Knospenstadium standen. Unter 10 dieser Blüthen zeigten 4 die eben beschriebene, auf Autogamie abzielende Art der Geschlechterentwicklung. Da ich den Versuch zu schüchtern, ohne Hoffnung auf Erfolg anstellte, so kann durch das Resultat vorläufig eine direkte Bewirkung noch nicht als bewiesen betrachtet werden.

43. Arabis albida Stev. (Taf. IV, Fig. 120.)

Knuth giebt (Handb. II. 1, p. 89) nur eine von Loew im botanischen Garten zu Berlin aufgenommene Liste von besuchenden Insekten. Ich zeichnete die Blüthen am 26. April 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich.

Die Krone ist, von oben gesehen, noch stärker zygomorph gebaut, die einzelnen Petalen sind darum noch weniger symmetrisch, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Der Honig wird an den kurzen Staubfäden sezerniert und sammelt sich in den sehr stark entwickelten Spornen der jenen Staubblättern opponierten Kelchblätter in reichlicher Menge an. Dementsprechend drehen sich die längern Staubfäden, wie bei der zuletzt beschriebenen, Art so lange, bis ihre Antheren denen der benachbarten kürzern zugewendet sind, bis also zwei mit Pollenstaub ausgekleidete, zum Nektar führende Röhren entstehen. Dieselben sind hier etwas weiter, als bei der zuletzt besprochenen Art, da die Blüthen überhaupt grösser sind. — Die Narbe steht tiefer unten, als die 4 obern Antheren und ziemlich tief in der Kronröhre. Erst am Schluss der Anthese erreicht sie jene Staubbeutel und befruchtet sich mit ihrem Pollen. Autogamie durch Pollenfall und indirekte Selbstbestäubung sind auch schon vor Ende der Anthese möglich. — Die beiden kleinern Staubfäden reichen nicht bis zur Narbe empor, wenn sie zu stäuben beginnen. Sie stehen seitlich stark ab und dienen der Allogamie.

44. Arabis Belliardieri DC. f. rosea. (Taf. IV, Fig. 121—123.)

Noch nicht bekannt. Untersucht am 22. April 1901 an Exemplaren aus der Alpenanlage im Garten des Herrn Fröbel.

Zwei der langen, bräunlichgrünen Kelchblätter erweitern sich nach unten zu stark vorspringenden Safthaltern (Fig. 121 a und 123). Die grün gefärbten Nägel der asymmetrischen Kronblätter sind gleich lang, wie die hellrothen Platten; das ganze Blatt erreicht eine Länge von 13 mm. Die völlig ausgebreitete Krone hat einen Durchmesser von 9—12 mm.

Die Basis jedes der beiden kürzern Staubfäden ist von einem aussen viel breiter werdenden Ring, der reichlich Nektar absondert, umgeben. Die Nägel der Kronblätter schliessen gegen die kürzern Filamente hin nicht dicht aneinander (Fig. 121), so dass der oben eindringende Insektenrüssel dort durchschlüpfen und zu den besprochenen, seitlich gelegenen Honighaltern oder zum Nektarium gelangen kann. Der Nektar ist gut geborgen. — Zwischen den längern Staubfäden habe ich nie Nektardrüsen gefunden. Da auch die Platten der Petalen unsymmetrisch gebaut sind, so gewinnt die ganze Blüthe, von oben gesehen, einen zygomorphen Habitus (Fig. 123). Es entsteht nämlich in der Krone, da wo die geraden Ränder der Petalen zusammenstossen, eine Lücke, während da, wo die ausgebogenen Ränder zusammen-

treffen, der Teller der Krone geschlossen ist. Jene Lücke steht über den kleinern, nicht ausgebuchteten Kelchblättern. Derartige Lücken entstehen oft auch in *Cruciferen*blüthen mit symmetrisch gebauten Kronblättern und sind hier dann eine Folge der Stellung, nicht der Form der Petala. (S. unten, *Alyssum podolicum Bess.* und *A. montanum L.*)

Die Narbe wird noch vor dem Oeffnen der Blüthen empfängnissfähig. In diesem Stadium überragt sie die noch stäubenden Antheren. Diese werden nachher noch in die Höhe geschafft, erreichen aber das Niveau der Narbe nie ganz und beginnen dann zu stäuben, wobei sie ihre Innenseiten gegen die kleinern Staubblätter hinwenden (wie bei *Arabis albida Stev.* Fig. 120). Diese Drehung geht später, verbunden mit einer abermaligen Streckung der Staubfäden und einem Ueberkippen der Antheren nach rückwärts und oben, noch weiter (Fig. 123), so dass infolge des erwähnten Ueberneigens der Staubbeutel im letzten Moment der Thätigkeit des Gynäceums noch spontane Autogamie möglich ist. Ich sah diese Erscheinung sehr häufig, aber doch nicht immer eintreten. — Bevor die Staubfäden diese Drehung um volle 180° ganz ausgeführt haben, ist natürlich keine Selbstbestäubung möglich.

45. Arabis bryoides Boiss.

habe ich am 22. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel homogam blühend gefunden.

46. Erysimum ochroleucum DC.

Blüthenbiologisch noch unbekannt. Die Untersuchungen, deren Resultate ich im Folgenden mittheile, wurden am 2. Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel ausgeführt.

Die Safthalter im Kelch sind gut, jedoch nicht so stark ausgebildet, wie bei den Arten der Gattung *Aubrietia*. Sie sind auch schon deswegen weniger deutlich als dort, weil auch die den beiden Paaren von längern Staubfäden opponierten Kelchblätter hier nach unten Erweiterungen zeigen. — Die Kronblätter sind hellgelb, und zwar auf der Innenseite etwas dunkler, als aussen. Sie messen 26 mm in der Länge, bestehen aus einem schmalen, langen, weissen Nagel, einer kürzern rundlichen Platte und sind ziemlich symmetrisch gebaut, jedoch mehr oder weniger deutlich zygomorph angeordnet.

Die Nektarien stellen Ringe um die Wurzeln der kürzern, stark seitlich abstehenden Staubfäden herum dar, welche auf der Innenseite derselben breiter werden. — Die Filamente der kürzern Staubblätter sind rund, diejenigen der längern, dem Fruchtknoten anliegenden, besitzen an ihren beiden Seiten schmale, häutige, geradläufige Leisten. Auch lassen sich an der Innenseite der so verbreiterten Staubfäden Spuren von schief verlaufenden Rinnen wahrnehmen.

Der Unterschied in der Länge der beiden Arten von Staubfäden beträgt am Ende der Anthese nahezu eine Antherenlänge. In der Knospe ist diese Differenz aber noch gar nicht vorhanden; dagegen zeigt hier die später gelb gefärbte und deutlich zweilappige Narbe bereits eine voll entwickelte, empfängnissfähige Oberfläche. Sie überragt in diesem Stadium das Andröceum bedeutend. Später, wenn dieses seine Thätigkeit beginnt, steht die Narbe erst um $^1/_2$—$^1/_4$ Antherenlänge unter den 4 höherstehenden Antheren. Die protogynische Dichogamie ist hier so stark ausgeprägt, dass die beiden Geschlechtsstadien nur noch schwach übereinandergreifen. Autogamie wird jedoch regelmässig ausgeübt, indem die Narbe im letzten Moment ihrer Thätigkeit wieder bis zu den genannten Antheren heraufgehoben wird, die dann noch nicht lange gestäubt haben. Die kleinern Staubblätter dienen ausschliesslich der Fremdbestäubung.

47. Erysimum pumilum Gaud. (Taf. IV, Fig. 124 und 125.)

Auch diese Blütheneinrichtung ist noch unbekannt. Ich untersuchte sie einige Tage später am gleichen Ort, wie die zuletzt beschriebene.

Der 10 mm lange, grüngelbe Kelch bildet hier etwas stärkere Honigsäcke. Die Kronröhre ist ca. 13 mm lang, die Gesammtlänge des Kronblattes beträgt 18—19 mm, wovon 12—14 auf den schlanken Nagel entfallen. Die Kronblätter sind symmetrisch gebaut, nur liegt auch hier die Platte meistens nicht in der geraden Fortsetzung des Nagels, sondern ist etwas seitlich verschoben.

Die den Honig absondernden Organe bestehen aus 2 charakteristisch gewundenen Wülsten

innen und seitlich an den Wurzeln der kürzern Staubblätter und aus je 3 weitern, bedeutend kleinern Nektarien am Grunde von je 2 längern Staubfäden. — Die Filamente besitzen keine häutigen Verbreiterungen. — Die längern Staubblätter drehen sich gegen Ende der Anthese kaum so lange, bis sich ihre Antheren gerade gegenüberstehen.

Schon in der Knospe trägt der Griffel einen grossen Narbenkopf, der sich sofort nach der Oeffnung der Blüthe mit Papillen bedeckt. Die Antheren stehen jetzt noch weit unten in der Blumenröhre. Ihre Filamente strecken sich aber rasch, legen sich an die noch lebende Narbe an und bewirken Selbstbefruchtung. — Dass die längern Staubblätter besonders der Autogamie angepasst sind, geht daraus hervor, dass sie den Stempel so gut umhüllen, dass derselbe von der Seite ohne eine geringe Präparation gar nicht sichtbar ist. Die stark seitlich abstehenden kleinern Staubgefässe dienen dagegen der Allogamie.

48. Alyssum podolicum Bess. (Taf. IV, Fig. 126—130 a.)

Noch unbekannt. Untersucht am 6. Mai 1901 bei Herrn Fröbel.

Die zu dichten, centripetal aufblühenden Trauben vereinigten Blüthen besitzen einen Durchmesser von 4—5 mm. Der hellgelbe bis gelbgrüne, weiss umsäumte Kelch zeigt unten nur ganz schwache Ausbuchtungen. Die Kronblätter sind weiss, mit kaum sichtbaren Adern und grünlicher Basis versehen und absolut symmetrisch gebaut. Das Aussehen der Krone von oben ist aber infolge des Zusammenrückens von je 2 Kronblättern dennoch nicht mehr streng actinomorph (Fig. 126). Bemerkenswerth ist, dass hier dieses Zusammenrücken der 4 Petalen zu 2 Gruppen gerade im umgekehrten Sinn erfolgt, wie bei dem unten zu beschreibenden *A. montanum L.* (Fig. 131). Es ist darum etwas auffallend, dass der Nektar dennoch, wie bei der eben genannten Art, zu beiden Seiten der kürzern Staubgefässe abgesondert wird.

Die Narbe entwickelt sich etwas früher, als die 4 obern Antheren. Diese beginnen zu stäuben, wenn sie die gleiche Höhe wie die Narbe erreicht haben, in manchen Exemplaren auch schon etwas früher. Die Staubblätter wachsen dann aber noch mehr, so dass die 4 genannten Antheren an der Narbe vorbeigehen. In diesem Stadium sah ich nie Autogamie eintreten. Gegen Ende ihrer Thätigkeit kommt die Narbe durch eine neue Streckung des Griffels wieder auf dasselbe Niveau, wie die 4 höherstehenden Antheren, sehr oft noch etwas höher (Fig. 130 a). Da sich bei *A. podolicum Bess.* die Staubblätter nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage abdrehen, so ist in diesem Moment Autogamie leicht möglich. Ich habe den Eintritt der Selbstbefruchtung durch Anlegen der 4 in Frage kommenden Staubbeutel an die Narbe vielfach beobachtet. — Während bei den im Freien blühenden Exemplaren nur in ca. 20 % der Blumen diese zweite Streckung des Griffels und die dadurch erreichte Autogamie ausbleibt, beobachtete ich in ca. 20 durch Gazenetzchen vor Insektenbesuch geschützten Blumen überall ausgeprägte Autogamie am Ende der Anthese, bei 2 Exemplaren trat dieselbe schon beim ersten oben erwähnten Durchtritt der Narbe durch den Antherencylinder ein.

49. Alyssum montanum L. (Taf. IV, Fig. 131—134 und Taf. V, Fig. 135—141.)

Um später nicht immer darauf Bezug nehmen zu müssen, gebe ich hier wörtlich wieder, was Knuth (Handb. II. 1, p. 107) nach den Angaben von Kerner (Nro. 29) und Schulz (Nro. 63) über die Bestäubungseinrichtungen von *A. montanum L.* sagt: „Die ziemlich kleinen, gelben, honigduftenden, homogamen Blüthen besitzen 4 Nektarien, von denen 2 in dem Winkel zwischen dem Grunde der kurzen Staubblätter und 2 zwischen je 2 langen Staubblättern sitzen. Die Antheren stehen in gleicher Höhe mit der gleichzeitig entwickelten Narbe. Bei heiterer Witterung spreizen Kron- und Staubblätter etwas, so dass alsdann bei Insektenbesuch Fremdbestäubung bevorzugt ist; bei trübem Wetter und in der Nacht liegen sie dem Fruchtblatte dicht an, so dass Selbstbestäubung erfolgen muss. Nach Kerner wird durch nachträgliches Wachsen der Kronblätter die Augenfälligkeit der Blüthenstände bedeutend erhöht."

Ich untersuchte die Blüthen dieser Pflanze anfangs Mai 1901 im botanischen Garten und im Garten des Herrn Fröbel in Zürich und am 5. August im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre im Wallis.

Der gelblich-grüne, unten nur mit schwachen Erweiterungen versehene Kelch trägt ausser einem flaumigen Haarkleid noch spärliche lange, steife, weisse Haare. Die gelbe Krone erreicht einen Durchmesser von 7—9 mm. Die Länge der Petalen habe ich im botanischen Garten, wo dieselben, im Unterschied zu den übrigen untersuchten Blüthen, auch mit deutlich abgesetzten Nägeln versehen waren, zu 6—7 mm gemessen, während die Exemplare aus dem Garten des Herrn Fröbel kürzere Kronblätter besassen. — Die 4 gut entwickelten Nektarien liegen in den Winkeln zwischen dem Grunde der langen und der kurzen Staubblätter (Fig. 139). — Die hier sehr stark ausgebildeten, etwas fleischigen Fortsätze der Filamente (Fig. 134—137 b) sind, selbst an den Blumen desselben Stockes, tiefgreifenden Abänderungen unterworfen. Die kürzeren Filamente besitzen auf ihrer Innenseite gerade, in radialer Richtung bis zum Fruchtknoten vorspringende, nicht ausgehöhlte und fleischige, aber dünne Leisten, welche ganz oben an der Anthere beginnen. Sie grenzen die Zugänge zu den zu beiden Seiten der kleinern Staubfäden liegenden Nektarien voneinander ab, verengen überhaupt den Blüthengrund und theilen ihn in mehrere Kammern ein. Diese einfachste Form der Leiste war am häufigsten bei den im botanischen Garten untersuchten Blüthen (Fig. 137—137 b). In den Blumen in Bourg-St.-Pierre (Fig. 136—136 d) lösten sie sich dagegen oft in ihrer ganzen Länge vom Filament ab (Fig. 136, 136 a, 136 d) und blieben nur noch unten mit demselben verbunden. Hier und bei den Blumen im Garten des Herrn Fröbel setzte sich die häutige Leiste oft auch an der Aussenseite des Filamentes noch etwas fort (Fig. 136 e). In Bourg-St.-Pierre fand ich diese Erscheinung nur selten (Fig. 136 e). Sehr häufig waren, besonders in Bourg-St.-Pierre, die innern Ränder dieser Leisten umgebogen, so dass eine Rinne, oder, wenn beide Ränder umgerollt waren, sogar ein ganz geschlossener Kanal entstand, der unten links und rechts von der Filamentwurzel über den beiden Nektardrüsen ausmündete (Fig. 136 und 136 a). — Alle diese verschiedenen Ausbildungsarten dieser häutigen Organe sind in unseren Bildern dargestellt; in der Figurenerklärung sind auch immer die Bezugsorte der betreffenden Blumen angegeben. — Die Leistenfortsätze der längern Staubblätter variieren nicht so stark, wie die der 2 kurzen, aber doch auch noch erheblich. Die hier auftretenden Formen sind aus unsern bildlichen Darstellungen (Fig. 134—135 a) ohne weiteres zu verstehen. Bei Betrachtung derselben wird uns sofort klar, dass es sich auch hier um nichts anderes, als um die Ausbildung von Führungskanälen resp. -röhren für den Rüssel der besuchenden Insekten handeln kann. Gleichzeitig verengen diese Organe den Blütheneingang ganz beträchtlich und zertheilen den ursprünglich einfachen, ungefächerten Blüthengrund in mehrere engere Kammern, wodurch Insekten niedriger Anpassungsstufe die Wegnahme von Honig aus der Blüthe verunmöglicht wird und wodurch höhere Insekten veranlasst werden, ihren Saugrüssel mehrmals nacheinander in die Blüthe hinabzusenken.

Die im Garten des Herrn Fröbel studierten Blüthen waren homogam, oft sogar schwach protogynisch. Ihre Antheren ragten, wenn sie stäubten, etwas über den Blüthenteller empor. Der Griffel war dagegen anfangs bedeutend kürzer (Fig. 140). Obgleich er sich im Verlauf der Anthese streckte, so erreichte er auch am Ende derselben die Antheren noch nicht. Dieses Endstadium ist in unserer Fig. 141 abgebildet. Die Antheren sind hier zum Theil schon verstäubt; die Narbe dagegen bleibt meist noch etwas länger in Thätigkeit. Da der Griffel unterdessen oft doch noch bis zur Berührung der Narbe mit den 4 obern Antheren gewachsen ist, so ist spontane Autogamie in diesem Stadium, d. h. im letzten Augenblick der Empfängnissfähigkeit der Narbe, noch wohl möglich, besonders da die Drehung der 4 längern Staubblätter nicht weiter geht, als bis sich die Antheren derselben ihre stäubenden Innenseiten gerade zuwenden. — Ich fand später im Garten der Linnaea Stöcke von *A. montanum L.*, deren Blüthen eine ganz andere Geschlechterentwicklung durchmachten. Sie waren nämlich stark protogynisch dichogam. Schon in der Knospe trug der Griffel eine empfängnissfähige Narbe, und unmittelbar nach der Oeffnung stand das Gynäceum auf der Höhe seiner Thätigkeit, während die Antheren erst viel später aufbrachen. Ferner überragt hier der Stempel schon in der Knospe das Andröceum stark. In ganz jungen Knospen waren zwar die Sexualorgane fast gleich stark entwickelt, nachher aber eilte das Gynäceum den Staubblättern im Wachsthum rasch voraus. Dieser Längenunterschied der Sexualorgane nahm, nachdem er kurze Zeit nach der Oeffnung der Krone ein Maximum erreicht hatte, während des weitern Verlaufes der Anthese

durch rel. rascheres Wachsthum des Androeceums wieder ab. Wenn er ganz verschwunden war, welcher Fall in einer beträchtlichen Anzahl von Blüthen thatsächlich eintrat (Fig. 139), so war aber die Narbe meist schon verdorrt. Immerhin habe ich in einigen Blüthen noch das Eintreten von Selbstbestäubung in diesem Stadium mit Sicherheit verfolgen können. — In denjenigen Blüthen, die keine Kreuzbefruchtung erfuhren, überdauert die Narbe das Androeceum um eine kurze Zeit. — Sehr häufig bemerkte ich folgende Erscheinung: Wenn die 4 oben stehenden Antheren beinahe bis zur Höhe der Narben gelangt waren, so streckte sich plötzlich der Griffel von neuem, bis die Narbe wiederum volle 2 mm von den Antheren der 4 längern Staubblätter entfernt war. Oft streckten sich dann auch die Staubblätter noch einmal, und es trat doch noch Berührung der Sexualorgane ein. Es glich der Vorgang einer förmlichen Verfolgung der Narbe durch die Antheren; die erstere strebte nach Fremdbestäubung und Vermeidung der Autogamie, die 4 höherstehenden Antheren dagegen nach Selbstbestäubung. — Die 2 kleinern Staubblätter dienen während der ganzen Anthese der Allogamie. — In vielen dieser Blüthen war noch eine weitere Komplikation im gegenseitigen Verhältniss der Bewegungen der beiden Sexualorgane wahrzunehmen: In solchen Blumen, in denen die 4 Staubfäden durch ihr rascheres Wachsthum die Länge des Griffels schon beinahe erreicht hatten, hörte der letztere plötzlich auf, sich zu strecken, so dass dann die noch geschlossenen Antheren an der Narbe vorbei und einige Millimeter über dieselbe hinauswuchsen, wodurch Autogamie, freilich durch ganz andere Mittel, wieder verhindert war. — Im botanischen Garten endlich waren die Blüthen noch stärker protogynisch, so dass die Narbe meist schon tot war, wenn die 4 obern Staubbeutel sich öffneten. Ueberdies steht in diesen Blüthen bei beginnender Thätigkeit des Androeceums der untere Rand der obern Staubbeutel um eine volle Antherenlänge, das obere Ende der beiden tiefer stehenden Staubgefässe um etwa eine halbe Antherenlänge über der Narbe. Da aber jene Staubgefässe jetzt noch ganz geschlossen und die Narbenpapillen schon ganz oder theilweise verwelkt sind, so ist Autogamie ausgeschlossen. Die 4 längern Staubfäden drehen sich hier während der Anthese bis um 180°, so dass, wenn die Narbe am Ende ihres Lebens angelangt ist, etwa noch Autogamie durch Herunterkippen dieser 4 nun auch fast verdorrten Staubgefässe nach hinten erfolgen kann. Alle diese Exemplare der Blüten *A. montanum L.* sind am Schluss der Anthese noch ganz schwach protogynisch. — Von diesen letzten, im botanischen Garten beobachteten Blüthen habe ich leider keine isolierten Sexualorgane gezeichnet; die beigegebenen Darstellungen (Fig. 138—141) beziehen sich alle auf die Blüthen aus dem Garten des Herrn Fröbel und aus demjenigen der Linnaea in Bourg-St.-Pierre. — Ich habe noch die Bemerkung nachzutragen, dass die spiralig gewundenen Kanäle an den längern Staubblättern dieser und anderer *Cruciferen*blüthen nicht etwa, wie ich anfangs anzunehmen geneigt war, durch die beschriebenen Drehungen jener Staubblätter entstanden sind, da ja, wie wir gerade bei *A. montanum L.*, besonders deutlich sehen, der Sinn dieser beiden Drehungen entgegengesetzt ist.

50. Alyssum saxatile L. (Taf. V, Fig. 142—145.)

Es liegt nur die Angabe vor (Knuth, Handb. II. 1, p. 108, No. 40), dass Loew im botanischen Garten in Berlin diese Blüthen von der Diptere *Eristalis sepulcralis L. (syd.)* besucht fand. — Ich untersuchte die Blüthen Anfangs Juni 1901 bei Herrn Fröbel und am 3. August im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre. — Ich werde hier, wie im vorigen Falle, und wie immer, wenn ich Blüthen aus verschiedenen Lokalitäten untersuchte, bei ungleicher Ausbildung derselben ihre Herkunft nennen. Wo dagegen nicht gesagt ist, bei welchem der untersuchten Exemplare die beschriebene Einrichtung sich finde, ist sie bei allen in gleicher Weise entwickelt.

Der schwach flaumig behaarte, mit ziemlich tiefen Honigsäcken versehene, gelbgrüne Kelch besitzt einen häutigen, weissgelben Saum. Die Petalen sind gelb und messen 3—3,5 mm in der Länge. Sie sind herzförmig, ganz symmetrisch und besitzen deutlich wahrnehmbare, aber nicht anders gefärbte Adern. Sie sind ebenfalls so gruppiert, dass die Krone, von oben gesehen, bisymmetrisch-zygomorphen Habitus gewinnt, und dass der Eingang zur kurzen Kronröhre nicht mehr quadratisch, sondern rautenförmig gestaltet ist. Da die kürzeren Staubblätter stark seitlich auseinanderspreizen und die längern ziemlich nahe am Stempel anliegen, entsteht zwischen je 2 langen und einem kurzen Staubblatt ein Eingang in die Tiefe der Blüthe und zu den Nektarien (Fig. 145). Diese stellen in den im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blumen 2 Rinnen um die Basis der kürzern Filamente herum dar, die aber an der

Innenseite derselben immer nur schwach ausgebildet sind und dort oft ganz verschwinden, dagegen aussen zu beiden Seiten der Filamentwurzel stark vorspringen. In den Blüthen der im Garten zu Bourg-St.-Pierre gezogenen Pflanzen ist dieser Ring auch ausserhalb der Filamentwurzel unterbrochen, so dass hier 4 Nektarien vorkommen, die zu beiden Seiten der kürzern Staubblätter stehen.

Die häutigen Organe an den Filamenten sind auch hier, wie ich an den Exemplaren aus dem Garten der Linnaea wahrnahm, stark und derb, fast fleischig ausgebildet. Die oben nur noch schmalen, radial vorspringenden Leisten der kürzern Staubfäden schwellen unten zu Platten an, die weit ins Innere des Blüthengrundes vordringen (Fig. 144 und 144 a). — Zu den schmalen seitlichen, jeder spiraligen oder schief laufenden Vertiefung entbehrenden häutigen Leisten der längern Filamente gesellt sich oft noch eine derbere, stärker vorspringende, aber nach innen gerichtete Verbreiterung, die sich ebenfalls unten am stärksten entwickelt. Während nun diese beiden radialen Leisten zweier benachbarter längerer Staubfäden dicht aneinander liegen, bleibt zwischen der Radialleiste jedes längern und derjenigen des benachbarten kürzern Staubblattes ein röhrenartiger, zum Nektarium führender Raum offen. Auf diese Art werden in der Tiefe jedes der beiden oben besprochenen Eingänge in die Blüthe je 2 kurze Röhren gebildet, welche den Insektenrüssel weiter führen und bis zum Nektar geleiten, der sich am Grunde jeder dieser Röhren ansammelt und sehr reichlich vorhanden ist, wie ich durch Anwendung von Fehling'scher Lösung nachweisen konnte. Alle diese Verhältnisse sind in dem Diagramm (Fig. 145) dargestellt, das nach derselben Manier, wie die vorausgehenden gezeichnet ist. — Wie uns die oben gemeldete Thatsache von den beiden zwischen je 2 höher und einer tiefer stehenden Anthere gelegenen Blütheneingängen erraten lässt, drehen sich, wenigstens bei den im Alpengarten zu Bourg-St.-Pierre untersuchten Blüthen, die grössern Staubblätter so lange, bis sie die Innenseite ihrer Antheren den kürzern zuwenden, und beginnen erst dann zu stäuben, so dass nun jene beiden Blumeneingänge von je 3 mit Pollenstaub beladenen Antheren flankiert werden. — Bei den im Garten des Herrn Fröbel untersuchten Blüthen dagegen ging diese Drehung nur so weit, dass sich die Innenseiten der 4 höherstehenden Staubbeutel gerade gegenüberstanden.

Wir kommen zur Besprechung der Entwicklung des Sexualapparates. *A. saxatile L.* blüht im Garten des Herrn Fröbel schwach protogynisch, oft auch homogam, am Ende der Anthese immer homogam. Die Staubfäden hören auf zu wachsen, sobald ihre Antheren zu stäuben beginnen. Der anfangs kurze Stempel hebt die bereits empfängnissfähige Narbe an den 4 obern Antheren vorbei, wenn diese schon stäuben, so dass spontane Autogamie nicht ausgeschlossen ist. Dieselbe ist auch später noch möglich, da die Narbe nur um einen geringen Betrag über jene Antheren weggehoben wird. Nun beginnt sich der Stempel bereits unter dem Einfluss der Reifung der Samenanlagen noch mehr zu strecken und Narbe und Antheren sterben ab. — Die Blumen im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre sind homogam bis schwach protrandrisch. Schon in der Knospe besitzt zwar der Stempel einen wohlentwickelten Narbenkopf, der indess noch längere Zeit nicht empfängnissfähig ist. Die obern Staubbeutel überragen in der Knospe den Stempel noch nicht, strecken sich aber bei beginnender Anthese sehr rasch über denselben hinaus. Letzterer erreicht die Länge des Andröceums dann erst wieder am Ende der Anthese, geht aber infolge der Reifungserscheinungen noch über dasselbe hinaus. Aus den genannten Gründen tritt in diesen Blüthen Selbstbestäubung erst am Ende der Anthese, dann aber mit grösserer Sicherheit ein, als bei den Exemplaren aus dem Fröbel'schen Garten.

51. Alyssum Wulfenianum Boiss. (Taf. V, Fig. 146 und 147.)

Noch nicht untersucht. Die Beobachtungen, deren Resultate hier mitgetheilt sind, wurden im Juli 1901 im Garten des Herrn Fröbel gemacht.

Die Erweiterungen am Grunde des Kelches sind nur mässig ausgebildet. Kelch und Blüthenstiel sind, wie bei den meisten Arten der Gattung, mit spärlichen wirren Haaren besetzt. Die Länge der symmetrisch gebauten Kronblätter beträgt 3—4 mm. Auch hier kommen 2 Paare von Nektarien vor, die seitlich von den Wurzeln der kürzern Filamente stehen und sehr stark ausgebildet sind. Da hier die kleinern Staubfäden noch stärker seitlich abstehen, als bei *A. saxatile L.* oder *A. montanum L.*, so müssen

ihre gegen die Mitte der Blüthe vorspringenden dicken Häute, wenn sie den Fruchtknoten erreichen sollen, noch breiter sein, als bei jenen Arten (Fig. 146). Die schmälern, meistens radial gestellten Leisten der längern Staubfäden spalten sich oben oft in 2 Zipfel. Seltener sind sie (Fig. 147) ganz gespalten, so dass ein unten am Nektar ausmündender Kanal entsteht.

Der Unterschied in der Länge der 4 grössern und der 2 kleinern Staubblätter ist nur gering. Die Blüthen sind schwach protogyn, besitzen aber eine das Andröceum überlebende Narbe. Der Stempel reicht nie bis zu den Staubbeuteln hinauf. Da sich überdies die längern Staubblätter in der oft beschriebenen Weise vom Griffel abdrehen, so ist Selbstbestäubung ausgeschlossen.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Cruciferenblüthen.

Die blüthenbiologischen Merkmale der behandelten Kreuzblüthler sind nicht nur untereinander sehr verschieden, sondern sie variieren auch innerhalb derselben Gattung, ja sogar in der nämlichen Art, in hohem Masse. Es soll nun zunächst unsere Aufgabe sein, an Hand der gegebenen Einzelbeschreibungen die am wenigsten abändernden Merkmale festzustellen und dann die Gesetzmässigkeiten in den Umänderungen der andern und allfällige Korrelationen zwischen denselben aufzusuchen. Dabei sprechen wir vorläufig nur von der Form der Krone, der Lage der Nektarien, den Bewegungen der Staubblätter etc., nicht aber von der Geschlechterentwicklung und der Länge der Sexualorgane, d. h. von dem Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung, weil wir hierauf erst am Schluss dieser Zusammenfassung zu sprechen kommen werden.

Vergleichen wir die im Vorstehenden beschriebenen Arten irgend einer Gattung einerseits hinsichtlich der Lage der Nektarien und anderseits in Bezug auf die übrigen biologischen Merkmale, also die Kelchsporne, die Form und Anordnung der Kronblätter, das Vorkommen von häutigen Flügeln an den Filamenten, die Drehung der 4 längern Staubfäden, die relative Länge der beiden Sexualorgane, die Dichogamie, das Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung etc., so bemerken wir, dass alle diese Merkmale viel stärkeren Abänderungen unterworfen sind, als die Zahl und Lage der Honigdrüsen. Wir nehmen darum diese als Ausgangspunkt unserer vergleichenden Betrachtungen. Dies ist um so mehr berechtigt, als, wie wir sehen werden, unverkennbare Korrelationen bestehen zwischen der Anordnung der Honigdrüsen und vielen jener oben genannten blüthenbiologischen Merkmale.

Der Honig wird immer am Grunde der Staubfäden ausgeschieden. Die einfachste Form der ausscheidenden Drüsen ist ein die Wurzeln sämtlicher Filamente aussen umgebender Ring. (Vergl. hierüber Nro. 66 und 40). Andere, ebenso häufig vorkommende Formen kommen dadurch zu Stande, dass die links und rechts von den kleinern Staubblättern gelegenen Stellen dieses Ringes sich stärker ausbilden, während andere Partien nach und nach zu sezernieren aufhören und immer schmäler werden, bis sie endlich ganz verschwinden. Sehr oft bilden sich an den erstgenannten Stellen Fortsätze nach innen, welche die Wurzeln der kleineren Filamente zuletzt ganz umschliessen und in selteneren Fällen (die beiden Arten *Erysimum* u. a.) auf der innern Seite derselben zusammenfliessen. In andern Blüthen bilden sich auch noch ausserhalb der Wurzeln der längern Staubfäden verstärkte Stellen in diesem Ringwulst, die in einigen Fällen zu besonders starker Ausbildung gelangen *(Cardamine trifolia L. etc.)*

Bezüglich der Bergung des Honigs gehören die *Cruciferen*blüthen zu den Müller'schen Klassen A, AB und B, auch einige Bienen- und Schmetterlingsblumen kommen unter ihnen vor. Das wichtigste Mittel zur Bergung des Honigs ist die Aufrichtung der im einfachsten Fall senkrecht abstehenden Kelchblätter, und die Ausbildung einer kurzen Röhre, d. h. die Differenzierung der Petalen in Nagel und Platte. Weitere Mittel stellen die oft genannten häutigen Leisten der Filamente dar, welche die Zugänge zum Honig verengern, und die Blumen, wie wir unten noch weiter ausführen werden, nach und nach höher organisierten Besuchern anpassen. Wir werden im folgenden nun auch die sich immer

steigernde Bergung des Nektars bei den behandelten *Cruciferen*blüthen verfolgen, und hierbei die Wahrnehmung machen, dass dieselbe parallel mit dem immer komplizierter werdenden Bau der Honigdrüsen erfolgt.

In ihrer einfachsten Gestalt sieht die Krone einer *Cruciferen*blüthe von oben ganz actinomorph aus. Wie wir oft gesehen haben, weichen nun aber in gewissen Blüthen die Petala an 2 Stellen auseinander, so dass sie sich dort nicht mehr berühren und nur die Ränder je zweier Kronblätter einander eng anliegen. Auf dieseWeise erhält die Krone bisymmetrisch-zygomorphen Habitus. Dabei bleibt aber dieser Vorgang nicht stehen. Die Platte der ursprünglich symmetrisch gebauten Kronblätter wendet sich oft seitlich ab, so dass ihre Mittellinie nicht mehr in der geraden Fortsetzung des Nagels liegt, damit jene Lücken im Kronteller besser zu Stande kommen. Ferner wird sehr häufig der Nagel ganz asymmetrisch, indem sich an seinem dem benachbarten kleinern Filament zugekehrten Rande unten durch Umfaltung oder geringeres tangentales Wachsthum eine Lücke bildet, durch welche, wie wir in den Einzelbeschreibungen an mehreren Arten erläutert haben, der Insektenrüssel zum Honig vordringen kann. Auf der andern Seite bleibt der Rand des Nagels dagegen gerade oder buchtet sich sogar sanft aus, damit durch Anlegung dieses Randes an denjenigen des benachbarten Kronblattnagels die Kronröhre über den längern Staubfäden dicht schliesse. — Auch die immer fortschreitende Ausbildung dieser Merkmale der komplizierten *Cruciferen*blüthe werden wir nun, gleichzeitig mit den andern oben genannten progressiven Umänderungen, besprechen und finden, dass auch diese zum grössten Theil in Korrelation zu jenen und zu der fortschreitend komplizierter werdenden Morphologie der Nektarien steht.

Noch eine andere Erscheinung der höher organisierten *Cruciferen*blüthe, die ebenfalls korrelativ zu den bereits genannten Merkmalen und zur Ausbildung der Nektarien auftritt und zunimmt, werden wir gleichzeitig betrachten, nämlich die in den einfachsten Blüthen ganz wenig oder auch gar nicht vorkommende Drehung der Antheren der längern Staubblätter gegen diejenigen der kürzern hin. (Ueber die Stellung der Sexualorgane zur Lage der Nektarien vergleiche man übrigens die Arbeit von J o r d a n, Nro. 27. Dieser stellte neue Beweise auf für das schon bekannte Gesetz, dass Honigbehälter und Staubfäden immer nach der Anflugstelle der Blüthe gerichtet sind, und verwendete als Beispiele auch *Cruciferen*.)

Gehen wir nun dazu über, die Ausbildung aller dieser genannten Merkmale innerhalb einzelner Gattungen der von uns betrachteten *Cruciferen*blumen zu studieren. Beginnen wir mit *Draba*, weil da, z. B. bei der Species *D. aizoon Wahlb.* die allereinfachste Form des Nektariums vorkommt. Wenn wir dann, der von uns angewendeten systematischen Reihenfolge nachgehend, zu den Arten *D. aizoides L.*, *Majellensis Kern.* und *altaica Bge.* übergehen, so finden wir immer mehr eine Sonderung des einfachen Nektarringes von *D. aizoon Wahlb.* in 4 getrennte Nektarien, und gleichzeitig eine immer tiefere Krone, eine Umgestaltung der Form des Perianths durch die oft erwähnte Gruppierung der Kronblätter und eine stärker werdende Abdrehung der längern Staubblätter. Bei *D. Dedeana Boiss.* und *lasiocarpa Rchb.* finden sich allerdings schon ziemlich tiefe Kronen und sogar Vorrichtungen an den Staubblättern zur Verengerung des Blüthengrundes, obwohl die Nektarien nur schwach differenziert sind und die Staubblätter dementsprechend sich nicht oder nur wenig aus ihrer ursprünglichen Lage abdrehen. Bei *D. olympica Sibth.* kommen gemäss den 4 zwar noch miteinander in leichter Verbindung stehenden, aber doch deutlich ausgebildeten Nektarien starke Abdrehung der 4 höhern Staubgefässe und gute Honigbergung vor. Die Nektarien sind auch gut voneinander gesondert bei *D. repens Bieb.*, wo darum ebenfalls Verbreiterungen an der Basis der Filamente zu finden sind, wo dagegen nur eine schwache Abdrehung der längern Staubfäden erfolgt. Den Grund, weshalb die längern Staubblätter hier und in manchen andern Fällen ihre Drehung nicht streng korrelativ zu den übrigen Erscheinungen ausführen, werden wir weiter unten angeben. Ueberhaupt darf es uns nicht an der Gültigkeit des aufgestellten Korrelationssatzes irre machen, wenn wir etwa Fälle kennen lernen, wo nur einige wenige der oben genannten blüthenbiolgoischen Merkmale mit der komplizierter werdenden Honigdrüse an Stärke ihrer Ausbildung zunehmen, um so weniger als einige jener Merkmale, z. B. lange Kronröhren und Leisten an den Filamenten, oft ähnliche Zwecke haben. Ganz gleich wie bei *D. repens Bieb.* liegen die Verhältnisse auch bei *D. hirta L.*, nur dass hier die 4 Nektarien

noch besser voneinander gesondert und die Bergungseinrichtungen für den Nektar demgemäss noch vollkommener sind. — Eine Gattung, innerhalb welcher die Differenzierung im Bau der Honigdrüsen noch weiter geht, ist *Arabis*. Bei *A. hirsuta Scop., procurrens W. et K.* und *alpestris Schleich.* finden wir zwar noch den typischen Nektarring, der aber bereits Fortsätze an die Innenseite der kleinern Filamente entsendet, die jedoch nirgends zusammenfliessen. Daneben finden sich ganz geringe Anschwellungen über den grössern Staubblättern, die jedoch nur bei *A. alpestris Schleich.* grösser werden, wo darum auch die Filamente schon schwache häutige Leisten aufweisen und die Kronröhre erheblich tiefer gebaut ist (d. h. die Nägel der Petalen länger sind!) Während sich nur bei den beiden zuletzt genannten Blüthen die 4 oberen Antheren so weit drehen, dass sie sich gerade gegenüberstehen, und auch bei *A. coerulea Haenke*, wo die Kronröhren zwar noch etwas tiefer, die Honigdrüsen aber auch noch ganz einfach ringförmig beschaffen sind, noch keine merkliche Drehung derselben wahrzunehmen ist, so wenden sich die 4 längern Staubblätter in den Blumen von *A. bellidifolia Jacq., alpina L., albida Stev.* und *Belliardieri DC. f. rosea* ganz gegen die benachbarten kürzeren Staubfäden hin. In diesen Blüthen findet sich eben in der Umgebung der kürzern Staubgefässe die grösste Ansammlung von Drüsengewebe, also von Nektar, und darum können die Insekten, die jetzt nicht mehr in der Mitte der Blüthe, sondern zu beiden Seiten derselben, je zwischen 2 langen und einem kürzern Staubblatt den Zugang zum Honig aufsuchen, auf diese Art am ehesten mit Pollenstaub bestreut werden. Bei der letztgenannten Art erreicht diese Abdrehung der 4 obern Antheren sogar den Betrag von vollen 180°, weil sie hier zu einem neuen Zweck, nämlich dem der Selbstbestäubung am Ende der Anthese, verwendet wird. In ähnlicher Weise sehen wir in der letztgenannten Reihe alle übrigen der oben namhaft gemachten Blütheneinrichtungen sich vervollkommnen. Die Kronröhre wird immer länger und enger, d. h. die Nägel der Petalen, die anfangs kaum von den Platten derselben abgesetzt waren, werden immer gestreckter, und bei *A. albida Stev.* übertreffen sie an Länge sogar die Platten schon bedeutend. Von *A. alpina L.* an erhält die Krone nun auch einen bisymmetrisch-zygomorphen Habitus, der bei *A. albida Stev.* durch asymmetrischen Bau der Platte noch eine stärkere Ausbildung erreicht. Bei der letztgenannten Art und bei *A. Belliardieri DC. f. rosea* sind auch die Nägel asymmetrisch gebaut. — Ich kann bezüglich des weitern Ganges dieser korrelativen Steigerung der Organisation bei den Gattungen *Lunaria, Dentaria, Aubrietia* und *Erysimum* füglich auf die Einzelbeschreibungen und besonders auf die denselben beigegebenen Figuren verweisen. Bei *Aubrietia* stellen die Nektarien Ringe um die kleinern Filamente herum dar, die aber in ihrer Grösse und Form und in ihren Verbindungen untereinander mannigfaltigstem Wechsel unterworfen sind. Durchaus korrelativ zu diesen starken Abänderungen von der einfachen Form des Nektar sezernierenden Theils des Blüthengrundes verhält sich hier die Tiefe der Kronröhre, die Stärke der Ausbildung der leistenförmigen Organe der Filamente und der Grad der Asymmetrie der Blumenblattnägel. Bei *Erysimum* stellt sich dann bei noch stärkerer Differenzierung im Bau der Nektarien und bestimmterer Umgrenzung ihrer zum Teil absonderlichen Formen auch der zygomorphe Habitus der Krone theilweise wieder ein. Die erwähnten Leisten an den Filamenten werden dann am stärksten und mannigfaltigsten ausgebildet bei der Gattung *Alyssum*. Wie in geringerem Grade schon bei *Arabis,* und *Aubrietia,* zeigt sich hier ganz besonders die Thatsache, dass nicht alle der oben erwähnten blüthenbiologischen Merkmale sich mit zunehmender Differenzierung im Nektarium zu vervollkommnen brauchen. Bei *Alyssum* sind nämlich trotz der vollkommnen voneinander gesonderten Nektarien die Kronblätter doch ganz symmetrisch geblieben. Kaum haben sie sich in der erwähnten Weise schwach zu 2 Gruppen verstellt, und zwar geschieht diese Gruppierung aus nicht anzugebender Ursache bei *A. montanum L.* und *podolicum Bess.* gerade in umgekehrter Weise. Auch sind hier die Nägel nicht lang, d. h. die Kronröhren nicht tief, weil ja die Nektarbergung bereits durch die erwähnten Leisten besorgt wird. Sehr schön ist bei Vergleichung von *A. montanum L.* mit *saxatile L.* die Abhängigkeit der Drehung der 4 grösseren Staubblätter von der Lage der Nektarien zu erkennen. Bei der erstgenannten Art tritt diese Drehung gar nicht ein, weil die Nektarien zu vieren in gleichen Abständen voneinander im Blüthengrund vertheilt sind und die Insekten daher im Centrum der Krone zum Honig vorzudringen suchen. Bei *A. saxatile L.* dagegen, wo sich 2 Paare grosser Honigdrüsen zu den beiden Seiten der kleinern Staubblätter finden, drehen sich denn auch die 4 obern Staubbeutel so lange,

bis sie sich denjenigen der benachbarten kürzern Staubblätter zuwenden, weil hier die Honigzugänge je zwischen 2 längern und einem kürzern Staubfaden gelegen sind.

Wie sehr alle die besprochenen blüthenbiologischen Merkmale, in einigen Fällen sogar auch die Veränderungen in der Lage und Form der Nektarien selbst innerhalb derselben Gattung abändern, bewies uns z. B. schon die Vergleichung der verschiedenen Arten von *Arabis*. Vor allem aber sehen wir dies an den beiden beschriebenen Arten aus der Gattung *Cardamine*. In Bezug auf die Nektarien zeigt übrigens diese Gattung die stärksten Abweichungen vom Typus. Ebenso beobachteten wir bei *C. pratensis L.* den höchsten Betrag der Abdrehung der 4 längern Staubblätter, nämlich mehr als 360°. — Auch die beiden beschriebenen Arten von *Aethionema* sind blüthenbiologisch stark voneinander verschieden. *A. diastrophis Bge.* hat den einfacheren Nektarienbau und besitzt demgemäss auch noch keine Leisten an den Filamenten; bei *A. armenum Boiss.* haben sich die Honigdrüsen auf 2 grosse Scheiben zwischen den längern Staubblättern reduziert; hier kommen dementsprechend Filamentleisten und bedeutende Drehungen der 4 Staubblätter, die dort ganz unbeweglich bleiben, vor, während dagegen der Kroneingang im Gegensatz zu *A. diastrophis Bge.* quadratisch, der Habitus des Perigons actinomorph ist. Die Gültigkeit unseres Korrelationssatzes tritt noch klarer hervor, wenn wir auch *A. coridifolium DC. (Iberis Jucunda hort.)*, bei der die Nektarien in noch ursprünglicherer Form auftreten, zum Vergleich heranziehen. — Die gegebenen Einzelbeschreibungen bieten uns auch Belege dafür, dass sogar innerhalb einer Art sich hinsichtlich jener Merkmale ganz erhebliche lokale Verschiedenheiten ausbilden können, dass aber auch diese Abänderungen zum grössten Theil dem aufgestellten Korrelationssatz folgen.

Die zuerst beschriebene Gattung *Iberis* haben wir zu dieser vergleichenden Zusammenfassung bis jetzt noch nicht herangezogen, weil da noch ein neues Moment an der Gestaltung der Blüthe mitwirkt, nämlich ihre Stellung in der Inflorescenz, die den Grad ihrer strahligen Ausbildung bedingt. Dieses Moment darf natürlich nicht mit den oben genannten, sich steigernden blüthenbiologischen Merkmalen in Korrelation gedacht werden. Ausserdem finden sich aber bei den untersuchten Arten von *Iberis*, dieser sonst blüthenbiologisch wenig abändernden Gattung, noch einige, allerdings nur schwach ausgebildete, aber ebenfalls in jenem Korrelationsverhältniss stehende Verschiedenheiten.

Versuchen wir nun noch etwas tiefer in das Wesen der besprochenen Korrelationen einzudringen. — Es ist eine Thatsache, dass überall in der Natur gewisse Merkmale als Folgeerscheinungen anderer auftreten, ohne dass man den Grund angeben könnte, warum diese Neubildungen immer gleichzeitig miteinander erscheinen. In vielen andern Fällen sind wir dagegen im Stande, die Ursache dieser gesetzmässigen Verknüpfung von 2 Neubildungen zu erkennen. So wissen wir z. B., warum gewisse Blumen zygomorph ausgebildet werden, sobald sie infolge einer ersten Abänderung nicht mehr hängen, sondern aufwärts gerichtet sind (Vöchting, Nro. 68 und 69, Focke, Nro. 21, etc.). Ebenso sind auch einige der oben erwähnten, in Korrelation mit den Abänderungen der Nektarien auftretenden Erscheinungen insofern nicht als eigentliche Korrelationen aufzufassen, als wir ihre tiefere Ursache angeben können. Dies gilt einmal, wie bereits angedeutet, von der Drehung der Staubfäden. Sobald sich nämlich die Nektarien vorzugsweise in der Umgebung der Wurzeln der kleinern Staubfäden angesammelt haben, beginnen auch die Insekten von dort aus zum Blüthengrunde vorzudringen, und dann ist es für die Blume vortheilhaft, ihre Staubbeutel so zu verstellen, dass die beiden so entstandenen Blüthencingänge ganz mit Pollen ausgekleidet werden, und dies wird darum auch durch natürliche Auslese oder direkte Anpassung (s. unten, vergl. Nro. 72) zu Stande kommen. Dasselbe gilt auch von den noch stärkeren, Autogamie bewirkenden Drehungen der Staubfäden mancher der betrachteten *Cruciferen*blumen. — Wir kommen nun endlich auch noch dazu, den Grund anzugeben, warum die Drehung der Staubblätter oft, z. B. bei *Draba repens Bieb.* u. a. nicht ganz korrelativ mit der Differenzierung im Nektarienbau und mit der verstärkten Ausbildung aller andern blüthenbiologischen Merkmale fortschreitet. Die letztern bezwecken eben alle ausschliesslich die Herbeiführung der Allogamie. Durch ihre immer zunehmende Vervollkommnung bei den genannten *Cruciferen*blüthen kommt eine aufsteigende Reihe von Anpassungen an Fremdbestäubung zu Stande, während die Drehung der Staubblätter nicht nur diesem Zweck, sondern auch noch dem der Verhinderung der Berührung von Narbe und Androeceum, der Autogamie am Schluss der Anthese etc.

dienen muss, und daher, zwischen diesen Bestimmungen schwankend, oft nur der einen oder der andern gerecht werden kann. — Eine andere Gruppe von blüthenbiologischen Merkmalen der Kreuzblüthler darf ebenfalls nicht als reine Korrelation aufgefasst werden, nämlich die oft und in den mannigfaltigsten Ausbildungsarten vorkommenden leistenförmigen, oft schief gewundenen oder radial vorspringenden Leisten der Filamente. Ich denke, dass man sich nach aufmerksamer Lektüre der oben gegebenen Einzelbeschreibungen der Auffassung nicht wird erwehren können, dass alle jene in so eminent zweckmässiger Weise für den Insektenrüssel ausgebildeten Kanäle direkte Reizwirkungen darstellen, hervorgebracht durch das beständig an der gleichen Stelle zu dem in seiner Lage relativ konstanten Nektarium vordringenden Saugorgan. Es ist wahr, dass diese Auffassung noch der tiefern Begründung bedarf, doch geben uns wohl die wenigen derartigen Vorrichtungen, die ich bis jetzt beobachtet habe, schon das Recht, dieselbe wenigstens als wahrscheinlich und der nähern Prüfung werth zu bezeichnen. Diese Prüfung wird zum Theil nicht sehr einfach durchzuführen sein. Zuerst wird es sich darum handeln, die Frage zu prüfen, ob bei den wenigen seit langer Zeit und beständig Selbstbefruchtung ausübenden *Cruciferen* derartige Vorrichtungen wirklich fehlen. Die vorliegenden Untersuchungen sprechen jedenfalls nicht gegen diese Möglichkeit; denn alle oben beschriebenen, mit derartigen Organen versehenen Blüthen sind typische Insektenblumen, während jene Leisten bei den wenigen, sehr stark bis ausschliesslich an Autogamie angepassten Blüthen (Arten von *Iberis, Petrocallis, Thlaspi, Kernera, Draba*) fehlen.

Dass z. B. die häutigen Organe der Filamente von *Alyssum*blüthen in allen ihren zahllosen Abänderungen nicht etwa als Resultate individueller Variation aufzufassen sind, erscheint als selbstverständlich, wenn wir bedenken, wie stark sich die verschiedenen Ausbildungsarten jener Organe voneinander unterscheiden und dass z. Th. alle Uebergänge zwischen denselben fehlen, was bei individueller Abänderung nicht der Fall wäre. Wir können uns ohnehin gemäss dem zwar noch unbewiesenen d e V r i e s'schen Satz, wornach durch individuelle Variation nur schon Vorhandenes verstärkt, nicht aber Neues gebildet werden kann, die Entstehung derartiger Organe durch jenen Vorgang nicht gut denken. Auch durch Selektion fixierte individuelle Abänderungen können es nicht sein, da in diesem Falle keine so enormen Verschiedenheiten bei Blüthen derselben Herkunft, ja bei Blumen ein und desselben Stockes hätten bestehen bleiben können. — Ein Moment besonders spricht noch dafür, dass wir hier wirklich Reizwirkungen vor uns haben, nämlich die auffälligen „Korrelationen" zwischen den längern und den kürzern Staubfäden hinsichtlich der Ausbildung dieser Organe, wie sie bei der zuletzt genannten Gattung und auch bei *Aubrietia* wahrnehmbar sind. Da sehen wir nämlich oft, dass in Blüthen, wo die Führungskanäle an den längern Filamenten schwach geneigt oder fast vertikal sind, so dass sie allein bis zum Nektar hinunterführen, — dass dann da auch die Furchen im kleinern Staubblatt, welche die Fortsetzung jener Kanäle bis zum Nektar hätten bilden sollen, verschwunden sind, während in andern Blüthen desselben Stockes, deren längere Filamente nur oben sehr stark schiefe Furchen besitzen, der untere, vom benachbarten kleinern Staubfaden übernommene Theil des Kanals viel bedeutender ist. Ein derartiges Verhalten einer Blume, ein förmliches Streben nach Erreichung eines bestimmten Zweckes, gleichgültig durch welche Mittel, kann natürlich nie als individuelle Variation erklärt werden.

Es leuchtet ein, dass durch die Ausbildung dieser zugleich den Blüthengrund verengernden Leitvorrichtungen für den Rüssel der besuchenden Insekten die ursprünglich offene *Cruciferen*blüthe zur typischen Bienenblüthe, ja sogar zu einer Falterblume umgezüchtet werden kann, sobald auf jene an sich schon so vortheilhaften Merkmale die natürliche Auslese einwirkt. Derartige Blumen mit bereits durch Selektion fixierten Filament-Organen treffen wir in der Gattung *Aubrietia*. Für diese Auffassung spricht auch die Wahrnehmung, dass hier nur noch wenige Abänderungen hinsichtlich dieser Organe vorkommen, und dass sich bei diesen Pflanzen unter dem Einfluss der höhern Blumengäste auch bereits die Blumenfarbe gesteigert hat, während sie bei den noch nicht fixierten Blumen aus der Gattung *Alyssum* oder bei *Cardamine trifolia L.* noch das gewöhnliche *Cruciferen*-Gelb oder Weiss geblieben ist.

Um die Frage zu entscheiden, ob derartige Leisten an den Filamenten wirklich zum Eingreifen der Selektion führen können, sind verschiedene experimentelle Wege denkbar. So habe ich z. B. begonnen, durch Beobachtung der Insektenbesuche bei *Alyssum montanum L.* zu untersuchen, ob Blüthen mit ver-

schieden ausgebildeten Leisten an ihren Filamenten einen qualitativ oder quantitativ verschiedenen Besuch erhalten. Diese Beobachtungen konnten infolge der stets ungünstigen Witterung, deren ich mich bei meinen blüthenbiologischen Studien von Anfang an erfreute, leider nicht so weit durchgeführt werden, dass sie ein bestimmtes Urtheil erlaubten. — Das nächste Erforderniss, um wenigstens einmal eine gute Fragestellung zu weiteren Experimenten zu gewinnen, ist die Kenntniss einer grössern Anzahl derartiger Vorrichtungen, und diese Forderung aufgestellt und den Anfang zu einer genauen Untersuchung der scheinbar so einfachen, aber in Wirklichkeit doch sehr interessanten und theoretisch wichtigen Aufschlüsse bietenden *Cruciferen*blüthe geliefert zu haben, sei das Resultat der eben gegebenen Einzelbeschreibungen.

Ich will hier noch auf ein Merkmal der *Cruciferen*blüthen zurückkommen, von dem man erwarten sollte, dass es sich am ehesten korrelativ mit der fortschreitenden Differenzierung in den Nektarien entwickeln sollte, nämlich von den längst als „Honigsporn" aufgefassten Auswölbungen am Grunde der Kelchblätter. Ein Blick auf die gegebenen Einzelbeschreibungen zeigt uns, dass diese „Honigsäcke" sich durchaus nicht korrelativ zu jenen andern Merkmalen verhalten, und dass sie, im Gegensatz zu denselben, wenigstens innerhalb kleinerer Sippen sehr konstant sind, dass sie oft in Blüthen vorkommen, wo die Nektarien gar nicht mehr über den kleinern Staubblättern stehen (*Aethionema armenum Boiss., Cardamine trifolia L.* und viele andere) und dass sie sehr häufig trotz des Honigreichthums im Blüthengrunde keinen Nektar enthalten. Ferner hat *Arabis coerulea Haenke* honiglose, aber mit grossen „Honigtaschen" versehene Blüthen. Diese Auswölbungen am Grund des Kelches sind also rein morphologische Merkmale, die nur gelegentlich biologische Bedeutung erlangen.

Sprechen wir noch kurz über die Geschlechterentwicklung der besprochenen *Cruciferen*blüthen. Es würde uns zu weit führen und wegen der zu geringen Anzahl vorliegender Untersuchungen nichts nützen, wenn wir eine Uebersicht über den Grad der Dichogamie und das Verhältniss der Länge der Sexualorgane bei den besprochenen Formen vorführten. Ich verweise diesbezüglich auf die Einzelbeschreibungen. Es mag nur bemerkt werden, dass die meisten der untersuchten Blüthen ursprünglich wohl protogynisch waren, da in den Knospen, selbst der später protrandrisch blühenden Formen, das Gynäceum meist stärker entwickelt ist, als das Andröceum. (Ueber Knospendichogamie vergl. Fisch Nro. 20 und Kirchner Nro. 36.) — Sodann möge hier noch eine kleine theoretische Betrachtung Platz greifen.

Schon seit Sprengel (Nro. 63 a) wissen wir, dass die meisten Blütheneinrichtungen den Zweck verfolgen, Fremdbestäubung herbeizuführen und Autogamie auszuschliessen, und seit Darwin (Nro. 7) begreifen wir auch, dass die Blütheneinrichtungen durch natürliche Auslese deshalb diesem Ziel gemäss sich ausbilden mussten, weil immer die durch Kreuzung hervorgegangenen Nachkommen einer Pflanze im Wettkampf ums Dasein die durch Selbstbefruchtung erzielten besiegen, weil mit andern Worten Fremdbestäubung im ganzen Reich der Gewächse vortheilhafter wirkt, als Selbstbestäubung. Eine grosse Anzahl von noch nicht hoch angepassten Blüthen konnten aber die Möglichkeit zur Autogamie dennoch nicht ganz aufgeben, weil ihre Kreuzung nicht absolut gesichert war, und diese richteten sich nun durch natürliche Auslese so ein, dass während des ersten Theils der Anthese Allogamie, gegen ihr Ende aber Autogamie begünstigt wurde. — Die Blüthen der *Cruciferen* bieten uns nun schöne Beispiele derartiger Bestäubungseinrichtungen. Durch Dichogamie, durch ungleiche Länge der Sexualorgane, durch Abdrehung der Staubgefässe etc. wird hier Selbstbestäubung anfangs verhindert, während sie am Ende der Blüthezeit meist mit Sicherheit eintritt. — Wenn wir aber an die mannigfaltigen Abänderungen in den Kreuzung, resp. Autogamie bewirkenden Einrichtungen und Vorgängen innerhalb grösserer Sippen oder sogar bei ein und derselben Art denken, so müssen wir zugeben, dass dies, ähnlich wie die oben besprochenen Staubblattanhänge von Alyssum, nicht durch natürliche Auslese bereits fixierte Bildungen sind, sondern dass wir es hier mit direkten Anpassungen der Blüthen zu thun haben. Höchstens die Fähigkeit zu dieser natürlichen Anpassung kann sich durch Selektion fixiert haben, indem die Pflanzen mit nicht anpassungsfähigen Blumen eliminiert wurden, so dass sich dann aber diese direkte Anpassung in verschiedenen Blüthen durch verschiedene Mittel, je nach dem betreffenden Bedürfniss, vollziehen konnte. Es ist mit Rücksicht auf die Raumersparniss unmöglich, hier nochmals auf alle jene mannigfaltigen Streckungen der Staubblätter und

Stempel zurückzukommen, deren einziger Zweck in der Herbeiführung der Kreuzung während der Anthese und in der Bewirkung der Autogamie an ihrem Schluss liegt. Die Einzelbeschreibungen haben zur Genüge dargethan, wie dieselbe Blüthe zum selben Zweck oft Bewegungen ganz verschiedener Blüthentheile anwendet, oder wie dieselben Vorgänge, Streckungen oder Drehungen von Sexualorganen anfangs zur Verhinderung, später zur Herbeiführung der Autogamie dienen müssen, oder endlich, wie dieselbe Blume durch künstliche oder natürliche Aenderung ihrer Lebensbedingungen ihre Bestäubungseinrichtung total verändern kann, aber doch immer wieder zweckmässig, d. h., so gestaltet, dass anfangs Allogamie, später Selbstbefruchtung, oder dass bei ganz mangelndem Insektenbesuch ausschliesslich Autogamie erfolgt. — Wir haben insbesondere in einigen Fällen die Wahrnehmung gemacht, dass besonders in den 4 längern Staubblättern die Tendenz, Autogamie herbeizuführen, zu liegen scheint, welcher Zweck von den genannten Staubblättern mit allen möglichen, und in derselben Blüthe oft nacheinander mit entgegengesetzten Mitteln förmlich zielbewusst verfolgt wird, während sich die Narbe umgekehrt eine Berührung mit den Antheren mit derselben Zähigkeit, und ebenfalls oft fast gleichzeitig mit ganz verschiedenen Mitteln (z. B. starker Streckung des Griffels und plötzlichem Innehalten im Wachsthum desselben) zu entziehen sucht.

Auf jeden Fall müssen wir annehmen, dass niedrig organisierten Blüthen, wie z. B. denjenigen der *Cruciferen*, die Fähigkeit innewohnt, ihre Bestäubungseinrichtung direkt in zweckmässiger Weise zu verändern, insbesondere diejenigen Bewegungen, Formveränderungen etc. auszuführen, welche Autogamie während der Anthese verhindern, am Ende derselben aber ermöglichen oder mit Sicherheit herbeiführen.

II.

Crassulaceae.

Knuth schreibt als Einleitung zur Besprechung der Blütheneinrichtungen dieser Familie in seinem „Handbuch“ (II. 1., p. 427, nach Nordfr. Ins., Nro. 37)): „Die Anlockung geschieht durch die Kronblätter, doch sind manche Blüthen so klein, dass sie höchstens gelegentlich Insektenbesuch erhalten, während bei grossblumigen *Sempervivum*- und *Sedum*-Arten durch ausgeprägte Protrandrie Selbstbestäubung oft gänzlich ausgeschlossen und Insektenbesuch zur Befruchtung unbedingt nöthig ist. Seltener ist Protogynie. Der Honig wird meist in Drüsen abgesondert, welche am Grunde der Fruchtknoten liegen. Die Bergung desselben ist bei unsern Arten eine ziemlich oberflächliche, so dass die meisten Blumen der Klasse AB zuzuzählen sind.“

1. Sedum Telephium L. (S. maximum Suter.) (Taf. V, Fig. 148.)

Wurde bereits von H. Müller in den Alpen (No. 56), und von mir am 21.—31. August 1901 in Zürich nach Exemplaren aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre und am 10. September im botanischen Garten in Zürich untersucht. Ich beschreibe zuerst nur die Exemplare von Bourg-St.-Pierre.

Die zu sehr dichten Scheintrauben vereinigten Blüthen besitzen weisse, ins Grüne spielende, aussen mit rothbraunen Zipfeln versehene Kronblätter und haben einen Durchmesser von 7—8 mm. Das Gynäceum ist weisslich grün, die Filamente sind weiss, die Antheren gelb[1]. Die mit den Kelchblättern alternierenden Staubfäden sind weit oben an den Petalen inseriert, während die andern tief unten auf dem Grund des Kelches entspringen und zwischen die Fruchtknoten hineingreifen. Da nun an der Basis der schwach nach aussen vorspringenden Fruchtknoten die den Nektar absondernden, ziemlich grossen, rechteckigen, nach oben gebogenen Schuppen sich befinden, so wird der dort sich ansammelnde Honig durch die zu beiden Seiten stehenden, tief unten entspringenden und in die Furche zwischen die Fruchtblätter hineingreifenden Filamente und durch das vor dem Nektarium befindliche, etwas nach aussen abstehende und auch weiter aussen inserierte Staubblatt in eine zwar kurze und unvollkommene Röhre geborgen, die aber besonders am Anfang der Anthese, wenn die Staubfäden noch nicht stark nach aussen abstehen, ihren Zweck vollkommen erreicht. Dieser liegt darin, die Blüthenbesucher zu zwingen, ihren Saugrüssel in jede einzelne dieser Vertiefungen hineinzustecken und darum viel länger auf der Blüthe zu verbleiben und viel mehr die Kreuzung befördernde Bewegungen auszuführen. —Während der ganzen Anthese sind die Nektarien nie von oben sichtbar, auch beim Hineingucken in schiefer Richtung können sie höchstens am Ende der Anthese gesehen werden. Die Blüthen gehören also schon fast zur Klasse B. Die Honigbergung wäre hier ebenso vollkommen, wie bei den unten zu besprechenden Arten von *Sempervivum*, z. B. bei *S. alpinum Gris.*, wenn die betreffenden Blüthentheile auch noch, wie dort, behaart wären. — Die Blüthen entsenden einen sehr deutlichen, charakteristischen und unangenehmen Geruch.

Wie bereits H. Müller angiebt, springen zuerst die Antheren der 5 äussern und erst hernach auch die der 5 innern Staubblätter auf. Vor Beginn seiner Funktion neigt sich jedes Staubblatt nach innen. Wenn

[1] Genaue Angabe der Blumenfarben ist bei der Beschreibung der Pflanzen dieser Familie wichtig, da H. Müller (No. 56) die wichtigsten Schlüsse hieraus ableitet.

der äussere Staubblattkreis gegen das Centrum der Blüthe gegangen ist, so ist die Krone noch nicht ganz geöffnet. Während die genannten Staubblätter, immer noch stark stäubend, wieder nach aussen gehen, bewegen sich nun auch die den Kronblättern opponierten Staubfäden nach innen. Auch diese bleiben nicht lange dort, sondern kehren wieder zur Peripherie der Blüthe zurück, wo nun beide Kreise, allerdings in abgeschwächtem Maasse, noch längere Zeit in Funktion verharren. Die Griffel des Gynäceums waren in der Knospe noch zu einer Spitze zusammengeneigt. Sofort nach dem Oeffnen der Blüthe und bevor die ersten Antheren stäuben, beginnen sie aber auseinander zu weichen. Wenn alle Staubfäden ihre Bewegung vollendet haben und ihre Antheren den Kronblättern anliegen, stehen jedoch die Griffel erst aufrecht, noch nicht schief nach aussen. Sie bewegen sich nun unter Streckung und Biegung an ihrer Wurzel noch mehr nach aussen, bis ihre Spitzen ungefähr an dieselbe Stelle zu stehen kommen, wo die Antheren zur Zeit ihrer maximalen Thätigkeit sich befanden. Da sich die bestäubenden Bienen, Hummeln und grossen Fliegen zur Gewinnung des Nektars auf die Griffelspitzen oder später auf die umgebogenen Stellen der Griffel setzen, zur Ausbeutung der oben beschriebenen Honigröhren drehende Bewegungen auf der Blume ausführen und dabei genau dieselbe Stelle der Unterseite ihres Abdomens mit den Narben in Berührung kommt, die an jüngern, männlichen Blüthen an den stäubenden Antheren herumrieb, so ist durch die beschriebene Krümmung und Streckung der Griffel Allogamie gesichert. Ich habe die angedeutete Art des Nektargewinnes durch die Insekten auf den Blüthen von *S. Telephium L.* im botanischen Garten in Zürich beobachtet. Noch viel sicherer sind aber diese drehenden Bewegungen bei den die unten beschriebenen grossen *Sempervivum*blüthen ausbeutenden Hummeln. Ich werde sie darum auch erst dort genauer beschreiben und auf die Zweckmässigkeit der an sie angepassten Bewegungen der Sexualorgane hinweisen. Hier mag die Notiz genügen, dass ich auf sehr vielen andern *Sedum-* und *Sempervivum*blüthen mehr oder weniger deutlich drehende Insekten gefunden habe.

Während der beschriebenen Bewegungen im Gynäceum haben sich die Staubblätter, die den Petalen sehr nahe stehen oder denselben direkt anliegen, gemeinsam mit den letztern noch mehr geöffnet, d. h. nach aussen bewegt, so dass auch jetzt zwischen den Griffelenden und den noch etwas stäubenden Antheren noch eine räumliche Differenz von 2—2,5 mm besteht, und Autogamie auch bei weniger starker Dichogamie doch nicht eintreten könnte. Wenn sich dann endlich auch die Narben bilden, so ist, wie dies bereits von A. Müller beobachtet wurde, nicht mehr viel Pollen in den Staubbeuteln vorhanden. Wenn die Blüthe sich Autogamie sichern wollte, so musste sie in diesem Moment die entsprechenden Bewegungen ausführen. Ich beobachtete dieselben aber nur selten, und sie scheinen auch nur bei einseitig ausgebildeten, aussen in der Inflorescenz stehenden Blüthen einigermassen häufig vorzukommen. Nach Ausführung dieser centripetal gerichteten Autogamie-Bewegungen müssen sich die Staubfäden auch noch etwas krümmen, wenn Berührung der Sexualorgane eintreten soll, da sie länger sind, als die Griffel. — Das männliche Stadium dieser Blumen dauert immer viel länger, als das weibliche.

Ich stellte die zur Untersuchung verwendeten Exemplare der Pflanze in Wasser und bemerkte nun, dass die erst nach Entfernung der Pflanze von ihren ursprünglichen Lebensbedingungen aufgebrochenen Blüthen viel weniger oder sogar entgegengesetzt dichogam waren. Die Griffel waren nämlich schon nach aussen geneigt, ja in den jüngsten Blüthen besassen sie sogar schon empfängnissfähige Narben, wenn die Antheren noch alle geschlossen waren!

Wie bereits bemerkt, beobachtete ich die Blüthen auch im botanischen Garten in Zürich. Diese Exemplare waren geruchlos, hatten zuerst einen Durchmesser von 3—6, später einen solchen von 12—13 mm und ein weisslich-rothes Gynäceum, glichen aber den zuerst beschriebenen sonst vollkommen. Sie zeigten dagegen eine andere Geschlechterentwicklung: Zuerst öffnet sich die Krone nur ganz wenig. Sie wird förmlich aufgestossen von den auseinanderspreizenden und schon stäubenden kelchständigen Staubblättern. Da die Griffel schon in der Knospe auseinandergeneigt sind und unmittelbar nach der Oeffnung der Blüthe mit empfängnissfähigen Narben versehen werden, die wegen der immer noch ganz wenig geöffneten Krone und den weit innen stehenden kelchständigen Staubblättern nur leicht mit den letztern zur Berührung kommen könnten, so krümmen sich diese an ihrem obersten Theil, unmittelbar unterhalb der Anthere nach aussen, so dass die stäubenden Antheren nun alle zwischen den noch ganz aufge-

richteten Kronblättern seitlich aus der Blüthe heraustreten und keine Autogamie eintreten kann. Es ist zu beachten, dass hier zur Vermeidung von Selbstbestäubung eine ganz andere Art der Bewegung der Staubblätter — Krümmung an ihrer Spitze — verwendet wird, als die sonst bei den *Crassulaceen* übliche Bewegung an der Wurzel der Staubfäden. Wir werden aber jene Bewegungen, die in der Litteratur noch gar nirgends angegeben sind, auch bei *S. stoloniferum Gmel.* und einigen *Sempervivum*-Arten wieder finden. — Wenn nun auch der innere Staubblattkreis dieser homogamen Blüthen zu funktionieren beginnt, so tritt erst die bei fast allen Verwandten vorkommmende zweite, stärkere Oeffnung der Petala ein, und jene Staubblätter gehen dann gleichzeitig infolge Krümmungen an ihren Wurzeln stark nach aussen, so dass Autogamie wieder ausgeschlossen ist, da diese Bewegung oft etwas vor, immer aber mindestens gleichzeitig mit dem beginnenden Stäuben jener Antheren erfolgt. An der Peripherie der Blüthe stäuben nun beide Staubblattkreise noch einige Zeit. Die Narben sterben ab, wenn der äussere Staubblattkreis seine Funktion vollständig eingestellt hat und der innere noch etwas Pollen enthält. — Ich fand am genannten Ort auch zahlreiche, ganz schwach protogynische Blüthen. Sie verhielten sich ganz wie die eben beschriebenen, nur waren die Narben schon in der Knospe empfängnissfähig.

2. Sedum Eversii Led. (Taf. V, Fig. 149—151.)

Noch nicht bekannt und von mir vom 26. August bis 3. September 1901 in Zürich nach frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die traubenähnlichen Blüthenstände sind weniger dicht, als bei voriger Art, die Petala innen hellcarminroth, aussen weisslichroth gefärbt; die Mittellinie ist innen, besonders gegen die Spitze hin, dunkler roth, die Wurzel des Blattes weiss. Die Länge eines Kronblattes beträgt 5—5,5 mm, der Blüthendurchmesser anfangs 7, später bis 9 mm. Die Filamente sind hellcarmin, die Antheren im geschlossenen Zustand schwarz, stäubend gelblichweiss gefärbt, die Fruchtknoten sind weiss und tragen längs ihren Kanten rothe Linien.

Die Honigschuppen sind hier kleiner, als bei der vorigen Art. Der Nektar ist, obwohl die Fruchtknoten sich oberhalb der Honigschuppen eher stärker, als bei der vorigen Art ausbauchen, doch weniger gut geborgen, weil die über den Fruchtknoten stehenden Filamente tiefer unten am Kronblatt inseriert sind, die zwischen ihnen stehenden dagegen nicht so tief zwischen die Fruchtblätter hineingreifen, so dass keine solchen Röhren gebildet werden, wie dort. Dazu kommt noch, dass die Krone gegen Ende der Anthese sich sehr stark öffnet, ja sogar nach unten schlägt, wodurch alsdann der Nektar sogar sehr leicht zugänglich wird. Vor diesem Zeitpunkt ist er jedoch nicht von aussen sichtbar.

Der Grad der Dichogamie ist geringer, als bei der zuerst beschriebenen Art. Wie dort beginnen auch hier schon unmittelbar nach der Oeffnung der Krone die Griffel auseinanderzuspreizen. Die Petalen gehen hier gleich von Anfang an stärker auseinander, als bei *S. Telephium L.*, wohl schon darum, weil die Blüthen infolge der weniger dichten Inflorescenz durch ihre Nachbarn weniger am Entfalten ihrer Krone gehindert werden. Wenn die Krone ganz geöffnet ist, so bewegen sich zuerst die kelchständigen Staubblätter nach innen und beginnen zu stäuben, und während diese dann wieder zur Peripherie der Blüthe zurückkehren, führen auch die andern jene centripetale Bewegung aus und treten in Funktion. Die Griffel erhalten ihre papillösen Enden, wenn sie noch kaum aufrecht stehen und zwischen ihnen und den kaum auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit stehenden Staubgefässen noch ein grosser Zwischenraum besteht (Fig. 150). Erst wenn die Antheren schon alle aussen stehen und sogar schon fast ganz verstäubt sind, bewegen sich die Griffel unter Krümmung ihrer untern Theile noch weiter nach aussen, und kommen mit den Narben an dieselbe Stelle, wo die Antheren, als sie nach innen gewandert waren, gestanden hatten. Sie bleiben jedoch nur ganz kurze Zeit nach dem Absterben des Androeceums in Funktion (Fig. 151). Während dieser Zeit sind die Petalen nach unten geschlagen. Diese Erscheinung ist nur eine Folge des immer weiter fortschreitenden Oeffnens der Krone, und ist nicht etwa der Verwelkung derselben zuschreiben, da die Petalen schon einige Zeit vor der Entleerung des letzten Blüthenstaubes aus den Antheren und lange vor ihrer Welkung vollständig zurückgeschlagen sind. — Trotz des starken zeitlichen Uebereinandergreifens des männlichen und des weiblichen

Stadiums dieser Blüthen sah ich doch nie Autogamie eintreten, da die Bewegungen der Sexualorgane immer so reguliert sind, dass ein genügender Zwischenraum zwischen den Narben und den stäubenden Antheren erhalten bleibt. An solchen Blüthen, deren Krone ausnahmsweise schwach geöffnet war (z. B. an dichten Stellen im Blüthenstand!), deren Staubfäden sich infolgedessen nur wenig nach aussen bewegt hatten, konnte man ganz deutlich sehen, dass auch die Griffel weniger auseinanderspreizten, ja sogar oft fast ganz zusammengeneigt blieben, obwohl sie bereits gut entwickelte Narben besassen. Nur ganz ausnahmsweise kommt durch mehr zufällige Bewegungen einzelner Staubfäden Autogamie zu Stande. Dagegen nahm ich an ganz alten Blüthen, die weder Pollenstaub noch Narben mehr besassen, ziemlich häufig regelmässige centripetale Bewegungen der Staubfäden und Anlegung der Staubbeutelreste an die verdorrten Griffelenden wahr.

Auch diese Pflanze bewahrte ich zur weiteren Untersuchung auf, indem ich sie ins Wasser stellte. Es zeigte sich nun auch hier, dass alle später aufgeblühten Exemplare viel weniger oder sogar entgegengesetzt dichogam waren: Ich beobachtete deutlich Blüthen, deren Griffel schon weit auseinandergespreizt waren und schon starke Narben trugen, als noch alle Staubbeutel geschlossen waren, ja ich sah sogar einige späte Blumen, die in dem eben erwähnten Stadium des Andröceums schon verwelkte Narben trugen. Es kann nicht mangelnder Insektenbesuch die Schuld an dieser Verschiebung in der Geschlechterentwicklung getragen haben, denn ich hatte die Pflanzen vor das geöffnete Fenster gestellt, wo sie eifrig von Bienen besucht wurden, sondern die Ursache dieser Erscheinung kann nur in der durch das Abschneiden der Pflanzen und ihr Einstellen in Wasser veränderten Stoffzufuhr, in der Temperaturveränderung oder ähnlichen Faktoren liegen. Dass wirklich nicht Insektenmangel diese Erscheinungen veranlasste, entnahm ich auch der Thatsache, dass diese spät aufgebrochenen Blüthen keineswegs häufiger Autogamie ausübten oder etwa gar Anpassungen an dieselbe erkennen liessen. Ich beobachtete hier thatsächlich gar nie Autogamie und nur äusserst selten die bei den andern Exemplaren häufigen, oben beschriebenen Autogamiebewegungen an nahezu verblühten Blumen.

3. Sedum Anacampseros L. (Taf. V, Fig. 152.)

Wurde bis jetzt noch nicht blüthenbiologisch untersucht. Meine Untersuchungen wurden vom 18.—29. August 1901 in Zürich an frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre ausgeführt.

Der Durchmesser der Krone beträgt anfangs ca. 5, später 7—10 mm, die Länge des Kronblattes 4,5 mm. Die Petalen sind aussen blaulila gefärbt und erscheinen dort, vielleicht infolge eines Wachsüberzuges, wie bereift. Innen zeigen sie carminrothe Flecken und Längsstreifen. Carminroth sind auch die Filamente gefärbt. Das Gynäceum ist weisslich.

Obwohl der Unterschied in der Höhe der Insertion der Filamente im Krongrund hier noch geringer ist, so scheint der Nektar doch ebenso gut geborgen zu sein, wie bei der vorigen Art, da sich die äussern Wandungen der Fruchtblätter hier mehr nach aussen wölben und so die Nektarschuppen überdachen.

Schon am Ende des Knospenstadiums sind die Griffel nicht mehr zusammengeneigt. Die Narben bilden sich aber erst, wenn jene schon ganz auseinandergespreizt sind, was oft erst der Fall ist, wenn schon einige Staubblätter funktionieren. Diese beginnen bereits nach der Oeffnung der Krone in langsamer Reihenfolge zu stäuben. Die Blüthen sind also schwach protrandrisch bis schwach protogynisch, meistens aber ganz homogam. Am Ende der Anthese nahm ich Berührung der Narben mit 1—3 beliebigen einander benachbarten Staubgefässen in fast allen Blüthen wahr.

4. Sedum oppositifolium Sms. (Taf. V, Fig. 153 und 154.)

Ebenfalls noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden vom 20.—28. August 1901 in Zürich an frischem Material aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre gemacht.

Die weissen, nur an den Spitzen grün gefärbten Kelchblätter sind wie bei den vorigen Arten kahl. Die ebenfalls weissen Kronblätter besitzen aussen röthliche Spitzen und eine rothbraune, breite Mittellinie. Ihre Länge beträgt 9—10 mm. Der Durchmesser der Krone misst am Anfang der Anthese ca. 10, später bis 20 mm. Die Blumenblätter verharren lange Zeit in nur schwach geöffnetem Zustande.

Die runden, hier etwas grösser, als bei der zuletzt besprochenen Art ausgebildeten Honigschuppen sind während der ganzen Anthese von oben nie sichtbar, wohl aber beim Besehen der Blüthe in einer schiefen Richtung. Der Honigschutz durch die Röhrenbildung der Filamente infolge der verschieden hohen Insertion derselben im Blüthengrund ist hier etwas vollkommener ausgebildet, als bei der vorigen Art, dagegen sind die Fruchtknoten nach aussen eher weniger vorgewölbt, als dort. Die Blüthe ist aber ziemlich tief, und die Kronblätter bleiben, wie schon bemerkt, lange Zeit in nur halb geöffnetem Zustande, wodurch der Honigschutz auch noch erhöht wird.

Die Staubblätter sind länger, als die Stempel. Die letztern tragen an ihrem untern Theil dicke, papillenartige Haare. Die Blüthen sind stark protrandrisch. Die Staubfäden gehen, nachdem sie sich bei Beginn ihrer Funktion gegen das Centrum der Blüthe bewegt haben, gewöhnlich nicht mehr nach aussen, bevor sie verstäubt oder dem Verstäuben nahe sind. Es kommt daher gelegentlich vor, dass die Antheren während oder vor ihrer endlich doch erfolgenden centripetalen Bewegung von den sich nach aussen krümmenden Griffeln berührt werden. Doch sind solche Fälle von Autogamie nur zufällig, nicht häufig und nicht bestimmt geregelt. — Schon kurze Zeit nach dem Beginn des Stäubens neigen sich die Griffel auseinander. Um nicht mit den dann noch weit innen stehenden Staubgefässen in Berührung zu kommen, verharren sie aber noch längere Zeit in genau vertikaler Stellung. Erst wenn die Staubbeutel fast vollständig entleert sind und sich wieder nach aussen bewegen, neigen auch die Griffelenden stärker nach aussen und bilden zu äusserst die Narben aus. — Autogamie tritt mit Ausnahme der oben gemeldeten zufälligen Vorkommnisse gar nie ein.

5. Sedum spurium Bieb. (Taf. V, Fig. 155.)

Ebenfalls hier zum erstenmal beschrieben, und zwar nach Untersuchungen, die vom 23. August bis 3. September 1901 in Zürich nach frischem Material aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) ausgeführt wurden.

Die 13—15 mm langen, schmalen, lanzettförmigen Petalen sind blassroth, an der Spitze und in der Mittellinie dunkler, an der Basis heller gefärbt. Weisslichroth sind auch die Sexualorgane. Der Kelch ist ebenfalls roth, unten weisslich, an den Rändern dagegen dunkelcarmin. Der Durchmesser der Krone beträgt zuletzt 15—25 mm. Anfangs ist auch hier die Krone nur halb geöffnet.

Der durch die 5 bekannten Schuppen abgesonderte Nektar wird durch ziemlich tiefes Eingreifen der kelchständigen Filamente und durch röhrige Ausbildung des untern Theils der Krone so gut geborgen, dass er nur in schiefer Richtung sichtbar ist.

Die Griffel spreizen hier sehr stark auseinander, und die Narben kommen, wie bei den meisten andern *Sedum*-Arten, immer an diejenige Stelle in der Blüthe zu liegen, wo zu einer andern Zeit die stark stäubenden Antheren sich befinden, wodurch Allogamie gesichert ist. — Die Blüthen sind homogam. Die Bewegung der Griffel hört auch hier eine Zeit lang auf, wenn dieselben vertikal aufgerichtet sind und geht erst weiter, wenn die nun bald verwelkenden Staubgefässe den Platz geräumt haben und an die Peripherie der Blüthe gewandert sind. Autogamie kommt nicht vor und kann leicht entbehrt werden, da die schönen, augenfälligen Blumen zahlreiche Besucher anlocken.

6. Sedum alpestre Villars (S. repens Schleich.).

Wurde bereits von Hermann Müller (No. 56) beschrieben und von mir im Juli 1901 bei Liddes, Bourg-St.-Pierre und am Grossen St. Bernhard (Wallis) untersucht.

Die fleischigen Kelchblätter sind fast so lang, wie die Kronblätter und wie diese aufgerichtet. Jene sind hellgrün und gleichen sehr den gewöhnlichen Laubblättern der Pflanze. An den Exemplaren von der Passhöhe des Grossen St. Bernhard waren sie, wie die Kronblätter, roth gefleckt. Auch das sonst weisslich-grüne Gynäceum hatte dort schmutzig-rothe Flecken. Die Kronblätter sind hellgelb und lassen keine Adern u. s. w. erkennen. Die im Wuchs kleiner bleibenden Pflanzen der Passhöhe hatten etwas schmälere Petalen. Die Länge der Kronblätter dieser Blüthen betrug überall 4—5 mm; ebenso viel meist auch der Durchmesser der Krone.

Müller giebt an, dass die Blüthen von *S. alpestre Vill.* protogynisch seien, dass aber die Narben bis zum Aufspringen der Antheren funktionsfähig bleiben, so dass bei ausgebliebenem Insektenbesuch spontane Selbstbestäubung möglich sei. Ich kann hinzufügen, dass die Griffel schon in der Knospe auseinanderzuspreizen beginnen, sowie dass Autogamie fast in allen Blüthen dadurch eintritt, dass die Staubblätter, nachdem sie bei Beginn ihrer Funktion nach innen gegangen sind, sich nur theilweise wieder zurückbewegen, und auf diese Weise 1—3 Antheren mit den Stigmata in Berührung kommen. Ausserdem sah ich auch Blüthen, die nicht nur solche mehr zufällige Autogamieerscheinungen zeigten, sondern in welchen am Schluss der Anthese, oft sogar, wenn die Narben schon abgestorben waren, sämmtliche Staubblätter sich von neuem und noch energischer, als das erstemal, nach innen bewegten und alle Antheren sich an die Narben anlegten, um den wenigen noch vorhandenen Blüthenstaub auf denselben zu deponieren. Sah man genauer zu, so unterschieden sich diese Blüthen von den übrigen in der Folgezeit dadurch, dass ihre Fruchtknoten die von der Reifung derselben herrührende Anschwellung nicht zeigten, oder dass diese viel später eintrat, als bei den andern. Es waren dies also offenbar solche Exemplare von Blüthen, die zu spärlich besucht und daher nicht mit fremdem Pollen befruchtet worden waren und sich nun durch Autogamie, die aber in vielen Fällen zu spät eintrat, behelfen mussten, wenn sie überhaupt noch zum Ziel gelangen wollten. Alle diese Erscheinungen waren ganz deutlich wahrzunehmen. Das relativ häufige Vorkommen der zuletzt beschriebenen, stark autogamierenden Blüthen erklärt sich durch die anhaltend regnerische Witterung, bei welcher ich untersuchte. Ich habe während dieser Zeit auch einige Male Autogamie in geschlossen bleibender Krone beobachtet. — Sobald sich die Witterung aufhellte, fand ich die Blüthen ziemlich reichlich von Insekten besucht. Unter den Gästen spielten verschiedene Fliegen die erste Rolle; Apiden habe ich nicht beobachtet. — Es bleibt noch nachzutragen, dass die in ihren Farbenabänderungen bereits beschriebenen Blüthen beim Bernhard-Hospiz bei gleichem Grad der Dichogamie immer so stark autogamierten, wie die zuletzt beschriebenen, tiefer unten nur als Ausnahme vorkommenden Exemplare.

7. Sedum rupestre L. (Taf. V, Fig. 156—158.)

Die Blüthenbiologie der nahe verwandten *S. reflexum L.* ist bekannt, diejenige von *S. rupestre L.* dagegen noch nicht. Sie weicht von jener beträchtlich ab. Ich untersuchte sie am 29. Juli 1901 bei Orsières (Wallis) und vom 20. August bis 3. September in Zürich an Topfexemplaren von derselben Lokalität.

Die Blüthen dieser Art sind nicht, wie die bisher besprochenen, nach der Fünf-, sondern nach der Sechs-Zahl gebaut. (K_6, C_6, A_{6+6}, G_6.) Der Kelch ist hellgrün und trägt auch hier keine Behaarung. Die Petala sind chromgelb, wie auch die Filamente und die Antheren, während das Gynäceum grüngelb gefärbt ist. Der Durchmesser der auffälligen, zu dichten, scheinbar doldigen Inflorescenzen vereinigten Blüthen beträgt anfangs 7—8, die Höhe vom Grund des Kelches bis zu den Spitzen der noch fast ganz vertikal aufgerichteten Kronblätter ca. 8 mm. Der Krondurchmesser wächst später bis auf 10 und 15 mm. Die Länge eines einzelnen Kronblattes beträgt ca. 6 mm.

Der unterste Theil jedes Fruchtknotens besteht aus ziemlich reichlich Honig absonderndem Drüsengewebe. Der Nektar ist auch anfangs, wenn die Blüthen nur erst halb geöffnet sind, schwach und später gar nicht mehr nach oben abgeschlossen, da sich dann die Filamente stark nach aussen neigen, die Fruchtknoten sich nur wenig nach aussen vorwölben und jede Behaarung dieser Theile fehlt. Die über den Kelchblättern stehenden, etwas tiefer inserierten Staubfäden greifen zwar auch hier, wenigstens anfangs, an ihrer Basis ziemlich tief zwischen die Fruchtknoten hinein. — Die Blüthen können anfangs zur Müller'schen Klasse AB, später aber nur noch zu A gerechnet werden.

Zuerst bewegen sich die Staubfäden rasch nacheinander nach innen, so dass keine Reihenfolge der einzelnen, ja nicht einmal der Kreise wahrzunehmen ist, und beginnen ebenso rasch zu stäuben. Jetzt ist die Krone nur erst schwach geöffnet, und die Griffel sind nur ganz wenig auseinandergeschlagen, nicht mehr, als sie schon in der Knospe, also vor Oeffnung der Antheren, waren. Sobald die Griffel sich nun noch mehr ausbreiten, bewegen sich die Antheren auch schon wieder etwas nach aussen, so dass die Entfernung zwischen beiden immer beträchtlich bleibt. Am Ende der Anthese tritt jedoch regelmässig Autogamie durch centripetale Bewegungen der Staubblätter ein. Auch hier finden sich Blüthen, die viel stärkere

und sicherer zum Ziele führende Autogamie-Bewegungen erkennen lassen. In diesen häufen sich am Ende der Blüthezeit sämtliche Staubbeutel in einem förmlichen Knäuel über den Narben an. Die Zahl dieser Blüthen ist hier im Verhältniss zu den andern viel grösser, der Unterschied von jenen dagegen geringer, als bei *S. alpestre Villars*, weil auch jene gewöhnlichen Blüthen starke Selbstbestäubung ausüben. Es kommen jedoch unter denselben auch Blüthen vor, die gar keine Autogamie-Bewegungen mehr erkennen lassen. — Die Stempel sind vor Beginn ihrer Funktion etwas kürzer, als die Staubblätter, erreichen aber später ihre Länge. Die unter Krümmung verlaufende centrifugale Bewegung der Griffel kann hier sehr bedeutend werden; auch die Narben werden sehr weit nach aussen und gerade an die Stelle geschafft, wo vorher die stäubenden Antheren standen. — Alle die oben genannten Anpassungserscheinungen an Autogamie traten immer zu einer Zeit ein, wo noch frische Narben und wenig Blüthenstaub vorhanden war. Die Narben überdauern das Andröceum um kurze Zeit, an den Blüthen mit starker Autogamie dagegen immer um einen bedeutenden Betrag.

Die oben genannten, im Zimmer gezogenen Topfexemplare zeigten wiederum in allen Blüthen starke Anpassung an Selbstbestäubung, indem sich am Schluss der Blüthezeit sämmtliche Antheren an die Narben anlegten. Auch diese Bewegungen traten noch so früh ein, dass sie Erfolg hatten, indem alle Pflanzen ausnahmslos Früchte ansetzten, trotzdem ich einzelne vom Insektenbesuch abschloss.

8. Sedum acre L.

Untersucht von H. Müller (No. 56) in den Alpen, von Mac Leod (No. 52) in den Pyrenäen, von Knuth (No. 37) auf den nordfriesischen Inseln und von mir im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre im Juli 1901.

Die untersten Blüthen des dreifachen, zurrückgekrümmten Wickels öffnen sich zuerst. Die 5 grünen Kelchblätter sind etwas fleischig, die gelben Kronblätter schlank, gerade, spitz zulaufend. Die letztern erreichen eine Länge von 8 oder 9 mm. Die Nektarien sind etwas heller gefärbte bis weissliche, ziemlich grosse, flache Schuppen, die unter den Fruchtblättern liegen und von diesen und den Wurzeln der Filamente überragt werden. Die bekannten Röhrenzugänge bilden sich hier nur sehr unvollkommen und nur zu unterst und am Anfang der Anthese aus. Später ist der Nektar nur schwach geschützt und von oben sichtbar, trotzdem die Staubblätter aufrecht stehen.

Da die von mir untersuchten Blumen eine wesentlich andere Geschlechterentwicklung durchmachten, als sie von Knuth (Handb. II. 1., p. 228) nach den oben genannten Untersuchungen angegeben wird, theile ich meine Beobachtungsresultate hier vollständig mit. — Zuerst bewegen sich die kelchständigen Filamente nach innen. Schon während diese nach innen stehen und ihre Antheren stäuben, die andern also noch nach aussen gerichtet und geschlossen sind, spreizen die Griffel schon ganz auseinander und sind auch schon mit empfängnissfähigen Narben versehen. Ich sah in diesem Stadium auch einige zufällige Berührungen zwischen den kelchständigen Staubblättern und den Narben. Nun kommen auch die andern Staubfäden nach innen und bewegen sich in den meisten Blüthen, gleich den kelchständigen, nachher nicht mehr nach aussen, wie bei den bisher besprochenen Arten. Alle verharren im Centrum der Blüthe und legen sich im weitern Verlauf ihrer Thätigkeit zum Theil nach innen an die Narben an. Seltener gehen die kelchständigen Staubblätter, nachdem die kronständigen schon einige Zeit gestäubt haben, wieder nach aussen, um dort ihr Stäuben noch zu beendigen. Wir sehen an diesen Blüthen sehr schön, wie die Bewegung der Staubfäden, die ursprünglich dazu diente, die stäubenden Antheren an dieselbe Stelle zu schaffen, wo zu einer andern Zeit die empfängnissfähigen Narben sich befinden, also Fremdbestäubung zu erleichtern, zu einem ganz andern Zweck, nämlich zur Autogamie am Ende der Blüthezeit, verwendet werden.

9. Sedum boloniense Loiseleur (sexangulare non L.). (Taf. V, Fig. 159—161.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits von Schulz (No. 63) beschrieben und von mir Anfangs Juli 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die 5 grossen, ovalen, fleischigen Kelchblätter erreichen nur $^1/_3$ der Länge der schlanken, gelben, mit einigen Adern versehenen Kronblätter. Die Honigschuppen liegen an den gewohnten Stellen und sind

gleich gebaut, wie bei den zuletzt beschriebenen Blüthen, nur im Verhältniss zur Länge etwas breiter. Der ziemlich reichlich abgesonderte Nektar wird hier weniger durch das Vorspringen der Fruchtknoten nach aussen, als durch das lange andauernde Zusammenneigen der Kronblätter, von dem wir unten noch sprechen werden, geborgen. — Später werden die Nektarien von den stark auseinander gebreiteten Fruchtknoten bedeckt.

Ich fand die nach Schulz protrandrischen Blüthen schwach protogynisch dichogam. Während die Griffel in früheren Knospenstadien noch zu einer Spitze zusammengeneigt sind, haben sie sich in spätern schon auseinandergespreizt, und ist ihre Oberfläche kurz vor der Oeffnung der Krone mit empfängnissfähigen Papillen versehen worden. Diese Oeffnung der Petalen vollzieht sich nur so stark, dass oben zwischen den noch ganz aufgerichteten und aneinander liegenden Kronblättern nur eine 3—4 mm weite Oeffnung als Zugang zum Honig entsteht. — Die Lebensdauer der Narben ist sehr kurz. Sie sterben nämlich schon lange bevor die Kronblätter weitere Bewegungen ausführen, und wenn kaum erst einige Antheren stäuben, oft sogar schon, wenn noch alle geschlossen sind, ab. Erst wenn auch die Antheren, die, wie die Griffelenden, oft seitlich an den noch knospenartigen Blüthen zwischen den Kronblättern hervortreten (Fig. 161), dem Ende ihrer Thätigkeit nahen, so breitet sich die Krone endlich tellerförmig aus, so dass ihr Durchmesser nun 8—9 mm beträgt. Die Fruchknoten, die jetzt meist schon Anschwellungen infolge der Reifungserscheinungen zeigen, spreizen nun sehr stark nach aussen, die Staubfäden, deren Antheren meist abgefallen, seltener nur entleert und verdorrt sind, folgen ganz den centrifugalen Bewegungen der Petalen, denen sie dicht anliegen. Die Blüthe bleibt in dieser Anordung ihrer Theile dann noch einige Zeit frisch. — Den Nutzen dieser enormen Veränderungen im Aussehen der Blüthe für diese selbst vermögen wir nicht einzusehen. Vielleicht traten sie bei den Vorfahren dieser Pflanze viel früher, d. h. nach dem Ende des ersten Stadiums der Blüthe ein und dienten so dazu, die beiden Geschlechtsstadien voneinander zu unterscheiden. Immerhin wird durch das nachträgliche Oeffnen der ältern Blüthen die Augenfälligkeit der ganzen Stöcke erhöht und auch den Insekten ein vergebliches Befliegen alter Blüthen erspart. — Im übrigen erinnern uns diese Blüthen in ihrem ersten Zustand lebhaft an diejenigen der unten zu beschreibenden Art *S. stoloniferum Gmel.*, bei welcher aber von diesem zweiten, geschlechtslosen Zustand, der sich bei *S. boloniense Loisl.* der Aufmerksamkeit des Beobachters noch vorwiegend aufdrängt, viel weniger mehr wahrzunehmen ist, weil er nur ganz kurze Zeit anhält. Sie erinnern auch an viele nahe verwandte Blüthen aus der Gattung *Sempervivum*, wie z. B. an die weiter unten behandelten Formen *S. Heuffeli Schott.*, *globiferum L.* und *hirtum L.*

10. Sedum Ibericum Stev.

Nicht bekannt. Vom 20.—30. August in Zürich nach frischem Material aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die nach der Fünf-Zahl gebauten Blüthen besitzen einen grünlich-weissen, kahlen Kelch, 10 bis 11 mm lange, schlanke, nach vorn spitz zulaufende, weisse Blumenblätter, die aber aussen einen rothen Anflug und einen schmutziggrünen Mittelnerv zeigen. — Der Nektarschutz ist unvollkommener, als bei der gleichzeitig untersuchten, oben beschriebenen *S. oppositifolium Sms.*, weil die Filamente, wenigstens im späteren Verlauf der Anthese, sich weniger als dort an die nur schwach vorgewölbten, gar nicht behaarten Fruchtknoten anpressen.

Die Blüthen sind viel weniger dichogam, als diejenigen der oben zum Vergleich genannten Art. Aehnlich wie bei der gleich zu besprechenden *S. stoloniferum Gmel.*, ist auch hier die Krone während der ersten Zeit der Anthese, nämlich solange das Andröceum allein in Funktion steht, nur schwach geöffnet. Autogamie scheint mehr zufällig und zwar auch schon einige Zeit vor Ende der Anthese einzutreten. Sie wird sonst dadurch verhindert, dass die stäubenden Antheren sammt den Kronblättern sich stark nach aussen zu bewegen beginnen, sobald die Griffel sich auseinander krümmen.

Ich beobachtete einige Blumen mit 2 Stempeln, die in den übrigen Blüthentheilen dennoch nach der Fünf-Zahl gebaut waren.

11. Sedum stoloniferum Gmel. (Taf. VI, Fig. 162.)

Ebenfalls noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden vom 16.—21. August 1901 in Zürich an frischen Exemplaren aus dem Garten der Linnaea in Bourg-St.Pierre (Wallis) gemacht.

Die Kelchblätter sind an den Spitzen grün, unten weiss und, wie alle übrigen Blüthentheile, in der Fünf-Zahl vorhanden. Abweichungen von dieser Zahl habe ich nicht beobachtet. Die 11—11,5 mm langen Kronblätter sind weiss, lassen aber oft einen Stich ins Rothe erkennen. Der Durchmesser der Blüthen beträgt im ersten Stadium ca. 12, später bis 20 mm. Die langen Antheren sind roth gefärbt. Obgleich die Differenz in der Höhe der Insertion der Staubfäden nur gering ist, so wird doch der von stark gebogenen Schüppchen abgesonderte Honig ziemlich gut geschützt, zumal während der ersten Hälfte der Anthese, wo das Gynäceum noch nicht funktionsfähig ist und die Kronblätter noch vertikal nach oben abstehen und unten eng an die nach aussen mässig gewölbten Fruchtknoten angepresst sind.

Die Blüthen von *S. stoloniferum Gmel.* sind ganz schwach narbenvorreif. Die Staubblätter überragen die Griffel während der ganzen Anthese ein wenig. Zuerst bewegen sich alle kelchständigen Staubfäden um einen ganz geringen Betrag nach innen und verstäuben. Wenn sie dem Ende ihrer Thätigkeit zugehen, biegen sie sich wieder so stark nach aussen, dass die nur noch wenig Pollen enthaltenden Antheren, ähnlich wie bei einigen unten zu besprechenden *Sempervivum*-Arten, zwischen den Blumenblättern nach aussen ragen. Erst jetzt beginnen auch die kronständigen Staubblätter in Thätigkeit zu treten. Die Griffel fangen gleich bei der Oeffnung der Blüthen an, sich auseinander zu bewegen und besitzen schon die ersten Papillen, wenn die kelchständigen Staubblätter ihre Bewegung nach aussen beendet haben. Dennoch erfolgt nun nicht etwa Selbstbestäubung durch Berührung der Narben mit den nahe an ihnen liegenden Antheren der kronständigen Staubfäden. Sobald diese nämlich stäuben, bewegen sie sich ebenfalls, gemeinsam mit den erst jetzt sich stärker öffnenden Kronblättern, nach aussen, und zwar so stark, dass ein grosser Zwischenraum zwischen ihnen und den Narben entsteht, obwohl die Griffel nach aussen gebogen sind. Bei dieser centrifugalen Bewegung der Petala gehen naturgemäss die tiefer unten und gar nicht an den Kronblättern inserierten kelchständigen Staubfäden weniger weit mit, als die innern. Jene stehen bald still und bewegen sich hierauf sogar wieder nach innen, um am Ende der Anthese, zu welcher Zeit sie meist noch etwas Blüthenstaub enthalten, mit mehr oder weniger grosser Sicherheit die Narben zu berühren.

12. Sedum album L.

Untersucht von H. Müller (No. 56 und No. 57), von Schulz (No. 63) und Loew (No. 47). Meine Beobachtungen wurden in Bourg-St.-Pierre vom 6.—10. August 1991 und am 17. August in Zürich an Topfexemplaren vom gleichen Ort ausgeführt.

Alle Blüthen sind 5zählig; ich fand keine Abnormitäten in dieser Hinsicht. Die Petalen sind weiss und besitzen eine rothe Mittelline und an ihrer Basis oft einen röthlichen Anflug. Die Kronblätter sind fleischig und grünlich, die Stempel röthlich oder weiss. Der Durchmesser der Blüthe beträgt 8—9 mm. — In Bezug auf den Bau der Nektarien und den Grad der Honigbergung verweise ich auf die Figuren in H. Müllers „Alpenblumen“ (p. 80, Nro. 56).

Obgleich auch meine Blüthen, wie diejenigen Müllers, durch ausgeprägte Protrandrie Autogamie ausschlossen, so will ich doch die Entwicklung der Geschlechtsorgane der erstern schildern, da sich hier sehr schön zeigt, wie fein die ganze Blüthencinrichtung darauf abgestimmt ist, Autogamie zu verhindern. — In der Knospe überragen die Griffel an den von mir beobachteten Blüthen die Staubblätter um einen geringen Betrag. Später verschwindet aber diese Differenz immer, ja sie kehrt sich häufig sogar in das Gegentheil um. Nach erfolgter erster, noch nicht vollständiger Oeffnung der Krone bewegen sich die kelchständigen Staubblätter nach innen und eröffnen ihre Funktion. Wenn sie einige Zeit dort gestanden haben, so kehren sie, immer noch stäubend, wieder zur Peripherie der Krone zurück. Gleichzeitig wandern nun die andern Antheren gegen das Centrum der Blüthe und beginnen auch zu stäuben. In dem Moment, wo die Griffel sich nun auseinander zu bewegen beginnen, gehen auch diese Staubblätter wieder zurück, und zwar so rasch, dass sie niemals von den Griffelenden, die sich während ihrer Bewegung mit Papillen

bedecken, eingeholt werden, also Selbstbestäubung vermieden wird. (Bei Müllers Exemplaren trat die Oeffnung der Griffel erst etwas später ein.)

Die in Töpfen nach Hause genommenen Exemplare verhielten sich anfangs ganz gleich, wie die eben beschriebenen. Die Blüthen aber, die nun erst hier sich öffneten, zeigten deutlich einen geringern Grad von Protrandrie. Die nach dem Stäuben wieder nach aussen wandernden Antheren der kronständigen Staubblätter wurden von den sich krümmenden und nach aussen spreizenden Griffeln erreicht und kamen mit den Narben derselben in Berührung, bevor sie an der Peripherie der Blüthe anlangen konnten. Ferner liessen sich hier auch ziemlich häufig deutliche centripetale, Autogamie bewirkende Bewegungen der Staubfäden am Ende der Anthese wahrnehmen. Ich bemerke ausdrücklich, dass auch diese Bewegungen vielleicht auf Kosten der veränderten äussern Bedingungen, wie Temperatur, Licht oder Feuchtigkeitsgrad des Bodens gesetzt werden können, obwohl ich diese Bedingungen möglichst natürlich zu gestalten suchte, und dass eine direkte Bewirkung durch den Mangel an Kreuzungsvermittlern hier noch durchaus nicht bewiesen ist. Immerhin lässt sich an diesen Vorgängen doch erkennen, wie rasch die Entwicklung der Sexualorgane niedriger Blüthen durch äussere Agentien beeinflusst werden kann.

13. Sedum album L. var. micranthum (S. Clusianum auct.)

Diese Abart, kenntlich an den weniger fleischigen, meist stärker aufgeschossenen und oft blattlosen Stengeln und etwas kleinern Blüthen mit weniger fleischigen Kelchblättern unterscheidet sich auch blüthenbiologisch von *S. album L.* Ich fand sie am 7. August 1901 bei Aosta und am 9. August 1901 auf der Passhöhe des Grossen St. Bernhard, wo sie einen etwas niedrigern Wuchs, als an dem erstgenannten Fundorte zeigte.

Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt nur 6 mm. Die Petala sind weiss, mit meist bräunlichem, seltener grünlichem oder rothem Mittelnerv, die Antheren dunkelbraun, die Nektarien sehr klein und ganz unter dem Fruchtknoten verborgen das Gynäceum meist weiss.

Die Blüthen dieser Varietät sind weniger dichogam, als diejenigen ihrer Stammart: Die im Moment des Oeffnens der Krone noch zu einer Spitze zusammenneigenden Griffel beginnen sich schon vor dem Stäuben der Antheren zu öffnen, und die Narben bilden sich nur kurze Zeit nach Beginn des Stäubens aus. Es legen sich meist alle Staubbeutel an die Narben an und bewirken Autogamie. Die Narben überleben das Andröceum auch nur um einen ganz geringen Betrag. — Die auf dem Grossen St. Bernhard beobachteten Blüthen waren zum Theil vollständig homogam; wenige waren schwach protrandrisch, einige auch schwach protogynisch.

14. Sedum hispanicum L. (S. glaucum W. K.) (Taf. VI, Fig. 163—164a.)

Ich fand am 1. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre eine als *S. olympicum* bezeichnete Art, die aber wahrscheinlich eine Form der auch morphologisch stark abändernden, blüthenbiologisch noch unbekannten *S. hispanicum L.* ist.

Die Blüthen sind 6zählig, mit einem Durchmesser von ca. 9 mm. Die immer nur mässig stark geöffneten, 6 mm langen Blumenblätter sind weisslich und besitzen nur eine schwache, röthliche Mittellinie. Die Staubblätter sind carminroth, die kurz behaarten Stempel weiss bis röthlich.

Die kronständigen Staubfäden tragen an ihrem untern Ende grosse, rautenförmige Honignäpfe, die während der ganzen Anthese von oben sichtbar sind und wohl gleichzeitig als Schauapparat funktionieren. Diese Staubblätter bleiben immer aussen in der Blüthe, nahe den Petalen, stehen, während die zuerst aufbrechenden, über den Kelchblättern inserierten, sich sofort nach der Oeffnung der Krone über das Blüthencentrum neigen, um dort während der ganzen Anthese zu verharren.

Die Blüthen sind protogynisch. Die Griffel neigen schon in der Knospe auseinander und tragen dann auch am reichlichsten Papillen. Nach der Oeffnung funktioniert das Gynäceum nur noch kurze Zeit. Dann sterben die Narben rasch ab, nachdem sie in vielen Blüthen noch mit einigen der nach innen geneigten, bereits etwas stäubenden, kelchständigen Stamina zur Berührung gelangt sind. Es scheinen hier wirklich die kronständigen Staubblätter ausschliesslich zur Allogamie, die kelchständigen dagegen ausschliesslich zur Autogamie prädisponiert zu sein. Trotzdem tritt Berührung der letztern mit den Narben nicht immer ein. — Diese Blüthen, sowie etwa noch diejenigen der im Anschluss an diese Beschreibung

besprochenen Art, sind die einzigen von mir beobachteten *Crassulaceen*blüthen, in denen der eine Staubblattkreis nur der Selbstbestäubung, der andere ausschliesslich der Kreuzung dient. Kerner will diese Arbeitsteilung zwischen den beiden Staubblattkreisen auch noch beobachtet haben bei *S. annuum L., atratum L., dasyphyllum L., Sempervivum montanum L., ruthenicum K.* u. a. Andere Autoren melden nichts von dieser Erscheinung.

15. Sedum boreale h. (Taf. VI, Fig. 165 und 166.)

Ich studierte die unter diesem Namen aufgeführten, auf jeden Fall biologisch noch unbekannten Blüthen im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre am 3. August 1901.

Die Blüthen sind etwas kleiner (Durchmesser 6 mm), als die zuletzt beschriebenen, gleichen jenen aber sonst sehr. Die rel. breiten, 3 mm langen, weisslichen, innen mit schmutziggrünem Mittelnerv und oft röthlicher Spitze, aussen mit braungrüner Basis und Spitze versehenen Kronblätter öffnen sich auch hier nicht sehr stark. Die kleinen Kelchblätter sind hellgrün, die Filamente weiss, die Antheren carminroth gefärbt. Das anfangs grünweisse, mit schmutzfarbenen Stricheln versehene Gynäceum färbt sich bei beginnender Reifung, besonders an den um den centralen Hohlraum gelegenen Theilen, roth.

Die Nektarien stellen hier nur kleine, wegen des Ueberragens der Fruchtknoten von keiner Seite sichtbare, an der bekannten Stelle gelegene Schüppchen dar. Die Differenz in der Höhe der Insertion der Staubfäden ist etwas bedeutender und die kelchständigen Staubblätter legen sich noch enger an die Fruchtknoten an, als bei *S. hispanicum L.*, so dass sie die verschiedenen Nektarien voneinander abgrenzen und getrennte Zugänge zu denselben herstellen. Die Bergung des Nektars ist demnach ziemlich gut, und die Blumen sind zu der Müller'schen Klasse AB. oder sogar B. zu zählen, während in den Blüthen der zuletzt beschriebenen Art der Honig ganz offen daliegt.

Anfangs neigen auch die kronständigen Staubblätter nach innen, stäuben dort aber nur kurze Zeit und gehen dann wieder zur Peripherie zurück, während gleichzeitig die über den Petalen inserierten dieselbe Bewegung ausführen und die bereits auseinandergespreizten Griffelenden sich mit Papillen bedecken. In einigen wenigen Blüthen sah ich schon in diesem Stadium durch die kronständigen Staubblätter Selbstbestäubung eintreten. Gewöhnlich gehen aber diese, immer noch stark stäubend, wieder nach aussen und bleiben dort noch einige Zeit zum Zwecke der Vermittlung der Allogamie anderer Blüthen in Thätigkeit, während die kelchständigen, ebenfalls noch mit ziemlich viel Pollen behaftet, gleichzeitig wieder nach innen wandern, und sich dann meist an die etwas länger lebenden Narben anlegen. Dabei liess sich in vielen Fällen mit aller Sicherheit die Wahrnehmung machen, dass diejenigen Blüthen, deren kelchständige Staubgefässe sich nicht an die Narben anlegten, ein ganz abnorm lange frisch bleibendes Gynäceum besassen, was leicht zu erklären ist, wenn man bedenkt, dass die Blüthen wegen der sehr schlechten, regnerischen Witterung so gut wie gar nicht besucht wurden.

16. Sedum brevifolium DC. (Taf. VI, Fig. 167.)

Die Blütheneinrichtung dieser Art ist noch nicht bekannt. Ich studierte dieselbe am 9. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre.

Die Blüthen haben einen Durchmesser von 8 mm und gleichen im Habitus denjenigen von *S. album L.* Ihre Kronblätter sind weiss, mit breiter, vertiefter, rother Mitte. Die Antheren schwarzbraun, die Filamente, sowie das Gynäceum, röthlichweiss. Das letztere wird aber später, und zwar zuerst an den innern Wandungen, carminroth, wodurch sich das Aussehen der Blüthen stark verändert. — Da die Krone stark geöffnet und die Differenz in der Höhe der Insertion der beiden Staubfadenkreise unbedeutend ist, da überdies die kelchständigen Staubblätter nicht tief zwischen die Fruchtknoten hineingreifen, so ist der von kleinen, trapezförmigen, dunkelbraunen Schuppen abgesonderte Honig nur ganz mässig geborgen, trotzdem er von den stark ausgebauchten Wandungen der Fruchtknoten überwölbt wird.

Zuerst neigen sich die kelchständigen Staubfäden in ziemlich langsamer, jedoch noch deutlich erkennbarer Reihenfolge nach innen, um dort zu stäuben. Noch bevor sie wieder zurückgegangen sind, bewegen sich in gleicher Weise auch die andern gegen das Centrum der Blüthe und beginnen ihre Funktion.

Wenn die erstgenannten Staubblätter sich auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit befinden, breiten sich auch die Griffel, die in der Knospe noch zu einem spitzen Kegel zusammengeneigt waren, etwas aus. In ihre endgültige Stellung gehen sie aber erst, wenn auch die kronständigen Staubblätter sich wieder nach aussen bewegen, also keine Berührung der beiderlei Sexualorgane mehr möglich ist. Eine solche Berührung sah ich thatsächlich meistens gar nie eintreten. Gewöhnlich bleibt zwischen den Narben und den nächsten Antheren noch ein Abstand von 1—2 mm. — Erst wenn alle Antheren entleert sind, bilden sich an den nun ganz auseinander gespreizten Griffeln auch die Narben, während sich gleichzeitig die einander zugekehrten Innenseiten der Stempel roth färben. — Die Blüthen von *S. brevifolium DC.* sind also sehr stark protogyn. Dabei ist noch zu bemerken, dass das männliche Stadium infolge des langsamen Beginns der Funktion der einzelnen Staubblätter und der grossen zeitlichen Differenz, die auch zwischen dem Verstäuben der beiden Staubblattkreise besteht, viel länger dauert als das weibliche. — Im zweiten, weiblichen Stadium schliesst sich die von Anfang an stark geöffnete Krone oft wieder etwas. — Autogamie ist natürlich ausgeschlossen. — Nach eingetretener Befruchtung färben sich auch die übrigen Theile des Gynäceums carminroth, während die Fruchtknoten anzuschwellen beginnen.

17. Sedum Kamtschaticum Fisch.

Blüthenbiologisch noch nicht bekannt; — wurde von mir Anfangs Juli 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich und am 30. Juli im Garten der Linnaea in Bourg-St. Pierre untersucht.

Die Blüthen im Garten des Herrn Fröbel waren ausnahmslos nach der Sechs-Zahl, diejenigen in Bourg-St.-Pierre sehr häufig auch nach der Fünf-Zahl gebaut. Die Blumenfarbe ist chromgelb bis orangegelb; das Gynäceum färbt sich später roth bis dunkelcarmin. Die Kelche sind mit Ausnahme der braunrothen Spitzen, grün gefärbt. Die Blüthen messen 9 mm im Durchmesser; die Länge der schlanken, spitzen, nur aussen mit einer dunkler gelben Mittellinie gezeichneten Kronblätter betrug in Bourg-St.-Pierre 5—6, bei den Fröbel'schen Exemplaren ca. 8 mm. Die Griffel, die, wie in den meisten bisherigen Fällen ohne einen centralen Hohlraum aneinanderschliessen, krümmen sich hier nur wenig nach aussen. Die Nektarien liegen an der Wurzel der Fruchtknoten und sind in tangentaler Richtung langgezogen, in radialer ganz schmal. Der Nektar wird durch das Eingreifen der Wurzeln der kelchständigen Staubblätter zwischen die Fruchtknoten und durch die Verwölbung der äussern Wandungen der letztern von aussen unsichtbar gemacht, ist aber kurzrüsseligen Insekten doch noch zugänglich.

Die Fröbel'schen Blüthen waren so stark protogynisch (alle Narben tot, wenn die ersten Staubbeutel sich öffneten), dass Autogamie meist ganz ausgeschlossen war. Nur in einzelnen seltenen Blüthen habe ich sie bei Beginn der Thätigkeit der Antheren durch Zufall eintreten sehen. Die Narbenpapillen bilden sich erst nach der Oeffnung der Krone. Das weibliche Stadium dauert lange, während die Staubgefässe sich in ziemlich schneller Reihenfolge entleeren.

Die in Bourg-St.-Pierre untersuchten Blüthen dagegen waren nur schwach protogyn. Selbstbestäubung war hier zeitlich möglich und es traten die sie herbeiführenden Bewegungen der Staubfäden auch immer und rel. zeitig ein. Die Staubblätter entwickelten sich etwas langsamer, als bei den Fröbel'schen Blüthen.

18. Sepervivum tectorum L. (Taf. VI, Fig. 168.)

Es liegen bereits von H. Müller (No. 56) und von Schulz (No. 63) ausführliche Beschreibungen der Blütheneinrichtungen dieser Pflanze vor. Von mir wurde sie vom 28.—30. Juli 1901 in der Umgebung von Bourg-St.-Pierre (Wallis) beobachtet.

Ich konstatierte, dass die Zahl der Blüthentheile ohne starke Schwankungen 13 beträgt. Die Petalen messen in der Länge 9—10 mm. Ihre Färbung ist ein schmutziges Roth, welches durch zahlreiche, in der Längsrichtung verlaufende, kleine, rothe Striche auf röthlich- bis gelblich-weissem Untergrund zu Stande kommt (Fig. 168). Die Kronblätter sind an der Aussenfläche, besonders in der Mittellinie, etwas behaart. — Die Nektarien stellen kleine, gestielte, runde Körper an der Basis der Fruchtknoten dar, die von den vorgebogenen Aussenseiten der letztern überwölbt werden. Der Honig wird ferner dadurch geschützt, dass

die innern, mit den Fruchtknoten alternierenden Staubfäden weit unten im Blüthengrund entspringen, während die kronblattständigen höher oben an dem betreffenden Blumenblatt eingefügt sind und zwischen sich und dem Fruchtknoten gewöhnlich einen röhrenförmigen Hohlraum offen lassen. Jede dieser Röhren, die allgemein bei der Gattung *Sempervivum* viel vollkommener entwickelt sind, als bei *Sedum*, ist zu beiden Seiten begrenzt von 2 innern Staubfäden, nach innen vom Fruchtknoten und nach aussen von einem der höher inserierten Filamente, das oft, besonders am Anfang der Anthese, oben wieder an den Fruchtknoten angedrückt ist und so die Röhre dort sogar verschliesst. Durch diese Vorrichtung werden die besuchenden Insekten (Bienen und Hummeln) genöthigt, ihren Saugrüssel so viel mal in die Blüthe hineinzustecken, als derartige Röhren vorhanden sind, wenn sie allen Honig ausbeuten wollen. Dem entspricht auch das thatsächliche Verhalten der die Blüthen besuchenden Insekten. Diese führen nämlich, ganz ähnlich wie wir das später bei andern *Sempervivum*-Arten beschreiben werden, auf der Blume drehende Bewegungen aus und heben und senken dabei ihren Vorderkörper wiederholt, um ihren Saugrüssel in die einzelnen Honigröhren hinabzusenken.

In der Knospe liegen die Staubblätter nebeneinander, so dass dann leicht zu konstatieren ist, dass die den Blumenblättern opponierten äussern um $^3/_4$—1 Antherenlänge kürzer erscheinen, als die innern, obwohl sie doch höher oben entspringen, als jene. Dieser Längenunterschied reduziert sich etwas im Verlauf der Anthese, bleibt aber immer bestehen. — Ueber die Entwicklung der Sexualorgane gilt auch für die von mir untersuchten Exemplare Müllers Beschreibung.

19. Sempervivum arachnoideum L. (Taf. VI, Fig. 169.)

Es liegen bereits Notizen von Untersuchungen, die H. Müller (No. 56) in den Bündneralpen machte, sowie Angaben von Schulz (No. 63) nach Untersuchungen in Tirol. Meine Beobachtungen wurden vom 29. Juli bis am 2. August 1901 bei Liddes (Wallis), am 7. August bei Aosta und am 10. August auf dem Grossen St. Bernhard (Hospiz) gemacht.

Die Blumen sind nach der Zehn-Zahl gebaut. Der Kelch ist hellgrün und kurz behaart. Einzelne Haare sind mit Drüsenknöpfen versehen. Die Kronblätter sind sehr breit, ihre Länge beträgt ca. 10, der Durchmesser der Krone 15—20 mm. Die Färbung der Krone ist carminroth, mit dunklerer Mittelfurche. — Der Nektar wird weniger gut geschützt, als bei *S. tectorum L.*, da sich die Filamente unten weniger an die Fruchtknoten anpassen. Für *S. arachnoideum L.* sind ferner charakteristisch die nur undeutlich von der Basis des Fruchtknotens abgesetzten, flachen Nektarien.

Ueber die Lage und Länge der Staubfäden in der Knospe gilt hier und bei den später zu beschreibenden Arten das bei *S. tectorum L.* Gesagte. — Die Krone öffnet sich bei Beginn der Anthese noch nicht vollständig. Die unten inserierten Staubblätter stehen in mehr centraler Stellung als die andern und beginnen zu stäuben, während sie sich gleichzeitig schwach nach aussen bewegen, ohne aber den äussern Staubblattkreis zu erreichen. Die beiden Staubgefässkreise kommen erst dadurch auf gleiches Niveau zu liegen, dass sich nun auch die äussern Staubblätter vor Beginn ihrer Thätigkeit etwas bewegen, und zwar nach innen. Wenn alle Staubgefässe sehr stark mit Pollen beladen sind und stäuben, so beginnen sich die an ihren Enden von Anfang an roth gefärbten Griffel auseinander zu krümmen. Gleichzeitig öffnet sich aber auch die Krone stärker und die beiden Staubblattkreise gehen gemeinsam ebenfalls noch weiter nach aussen, so dass eine Berührung mit den Narben in diesem Stadium noch nicht eintreten kann. Die Staubfäden bewegen sich so lange, bis die Antheren ganz auf den nun weit geöffneten, aussen sogar oft ganz schwach zurückgekrümmten Petalen liegen. Die Griffelenden haben sich nun mit Narbenpapillen bedeckt und sind gerade bis an diejenige Stelle vorgerückt, an der sich vorher die beiden Kreise stäubender Antheren befanden. In welcher Weise diese feine, auch bei den Arten von *Sedum* allgemein vorkommende Einstellung der funktionierenden Sexualorgane Allogamie bewirkt, wird erst bei der unten besprochenen Art *S. alpinum Gris.* genauer erörtert werden.

Die bei Aosta gefundenen, etwas blasser roth gefärbten Blüthen hatten in ganz geöffnetem Zustande nur einen Durchmesser von 14 mm. Die ganze Pflanze war auch niedriger: nur ca. 1 dm und die Blüthentheile waren jeweils nur zu 8 vorhanden. Wenn die Antheren zum ersten Mal in einen gemeinsamen Kreis eingestellt waren (s. oben) und stäubten, so hatte dieser Kreis einen Durchmesser von 6—7 mm.

— Die Bewegungen der Staubfäden spielten sich hier, wohl infolge der geringern Grösse der Blüthen und eines andern Besucherkreises (s. unten d. Zusammenfassung) etwas anders ab, als bei den zuerst beschriebenen Exemplaren. Die in der Knospe ebenfalls tiefer unten und weiter aussen stehenden Antheren der äussern, kronständigen Staubblätter bewegen sich bei beginnender Oeffnung der Krone so lange nach innen, bis sie zwischen den andern vorbeigegangen sind und nun noch weiter innen stehen als diese. Dann treten sie in Funktion. Bald darauf beginnen auch die aussen gebliebenen, über den Kelchblättern inserierten, innern Staubfäden centripetale Bewegungen auszuführen und zwar so lange, bis ihre Antheren in denselben Kreis mit den zuerst genannten einrücken, wozu hier natürlich keine so starke Bewegung nöthig ist. Nun beginnen die Griffel voneinander zu weichen, die Krone öffnet sich stärker und die Staubgefässe wandern mit zur Peripherie der Blüthe, um die Berührung mit den Narben zu vermeiden. — In einzelnen Blüthen tritt die centrifugale Bewegung der Griffel früher ein. Da beginnen dann aber auch die sekundäre Oeffnung der Krone und die Wanderung der Staubblätter nach aussen entsprechend früher, so dass die kelchständigen Staubblätter meist gar nicht mehr die Zeit haben, nach innen zu gehen. Obschon sie nun in ihrer Bewegung zum Rand der Blüthe einen Vorsprung vor den kronständigen Staubfäden haben, werden sie dann von diesen doch eingeholt, da dieselben ziemlich hoch oben an den Petalen inseriert sind und darum durch die sich öffnende Krone rasch mitgezogen werden. Autogamie trat auch in diesen Blüthen nicht ein. Höchstens ganz zufällige Berührungen der Sexualorgane habe ich gelegentlich wahrnehmen können. — In allen diesen bei A o s t a studierten Blumen tritt die Bewegung der Griffel etwas früher ein. Darum müssen dann auch die Staubblätter früher nach aussen gehen, und daraus erklärt sich die Thatsache, dass bei diesen Exemplaren die Antheren während des grössten Zeitraumes ihrer Thätigkeit aussen, nahe den Petalen, stehen.

Die Blumen von der Passhöhe des G r o s s e n S t. B e r n h a r d sind im Verhältniss zu den vegetativen Theilen und absolut wieder bedeutend grösser (Länge der Petala 10—12, Durchmesser der Krone 17—19 mm) und ziemlich dunkler gefärbt, als diejenigen von A o s t a und zeigen, was ich auch bei L i d d e s, O r s i è r e s und sogar bei dem nur 8—900 m tiefer gelegenen B o u r g - S t. - P i e r r e (W a l l i s) nie fand, Einrichtungen, welche die Autogamie befördern. Die kelchständigen Staubblätter beginnen ihre Thätigkeit in der Stellung, die sie beim Oeffnen der Blüthe inne hatten. Der Radius ihres Kreises beträgt in diesem Zeitpunkt 4—5 mm. Wenn diese Staubgefässe auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit stehen, so beginnen auch die weiter aussen stehenden kronständigen Staubblätter zu stäuben. Der Durchmesser des Kreises derselben beträgt 9—10 mm. Sie bewegen sich nicht nach innen, da die Blüthenblätter sich schon bei Beginn ihrer Funktion flach geöffnet haben und jene nun nach aussen mit sich fortreissen. Dies ist zur Vermeidung der Selbstbestäubung auch zweckmässig; denn sobald alle Antheren der kronständigen Staubfäden ihre Funktion begonnen haben, hebt auch die Auswärtsbewegung der Griffel an, die bei diesen Blüthen recht schnell vor sich geht. Gleichzeitig wandern die im Centrum gebliebenen kelchständigen Staubblätter nach aussen. Diese Bewegung vollzieht sich nun aber meist so langsam, dass Berührung mit den Narben eintritt, welche sich schon gebildet haben, als die Antheren der kelchständigen Staubfäden noch, wie oben beschrieben, einen Kreis von 4—5 mm Durchmesser bildeten. Ich beobachtete an fast allen Blüthen dieses Standortes Autogamie, an den Blumen zweier Stöcke sah ich sogar regelmässige Berührung aller Antheren der kronständigen Staubblätter mit allen 5 Narben. Zur Zeit, wo eine derartige Berührung eintreten kann, sind die Kronblätter weit geöffnet, meistens sogar aussen etwas zurückgebogen. — In diesen Blüthen sind die kronständigen Staubblätter sowohl zur Autogamie als auch zur Allogamie besser geeignet, als die andern, da gewöhnlich nur sie die beschriebenen Bewegungen und Berührungen mit den Narben vollziehen und da gewöhnlich auch nur sie die anfängliche Bewegung nach innen ausführen, um ihre stäubenden Antheren an den gleichen Ort in der Blume zu bringen, wo nachher die Narben stehen.

Ich fand nun am letztgenannten Standort, und zwar, im Gegensatz zu den oben beschriebenen, stark autogamierenden Exemplaren, an den gleichen Stöcken mit den gewöhnlichen, soeben beschriebenen noch einige wenige, viel stärker protrandrische Blüthen. An diesen waren sämmtliche Griffel noch zu einer Pyramide zusammengeneigt, wenn die Kronblätter bereits weit geöffnet, oder sogar etwas

zurückgebogen waren und die Antheren schon alle weit aussen in einer Reihe standen und sich auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit befanden. Hier war natürlich Autogamie noch viel sicherer ausgeschlossen.

Die von Gremli (No. 22) unter dem Namen

20. Sempervivum piliferum Jord. (S. Pilosella L. ?) (Taf. VI, Fig. 170.)

bezeichnete Form untersuchte ich am 30. und 31. Juli und 1. August 1901 in den Geröllhalden ob Liddes und Orsières (Wallis).

Die Zahl der Blüthentheile an 9 verschiedenen normalen Exemplaren betrug 11, 12, 13, 12, 13, 11, 12, 12, 11, der Durchmesser der Krone 20—24, die Länge der unten und in der Mittellinie dunkler carminroth und aussen hellroth gefärbten und unbehaarten Petala 11 mm. Die Krone ist im allgemeinen dunkler gefärbt, als bei *S. tectorum L.*, doch nicht so tief roth, wie bei *S. arachnoideum L.* Die Antheren sind dunkel braunroth, die Filamente dunkel carminroth gefärbt. Die kelchständigen Staubfäden greifen auch hier unten stark zwischen die vorgewölbten Aussenwände der Fruchtknoten hinein. Fruchtknoten, Filamente und Innenseiten der Petala sind unten schwach behaart; der Honigschutz ist ebenso vollkommen, wie z. B. bei der nachfolgend beschriebenen *S. alpinum Gris.*

Ueber die Stellung der Staubfäden und ihrer Antheren in der Knospe gilt das oben Gesagte. Im Knospen-Stadium überragen die Griffel die Antheren noch ein wenig. Die kelchständigen Staubblätter gehen bei der Oeffnung der Krone nur ganz schwach nach aussen, so dass der Durchmesser dieses Staubblattkreises ca. 7 mm beträgt, während der des äussern 10 mm misst, da diese Staubblätter, zusammen mit der Krone, sich stärker gegen die Peripherie der Blume hin bewegt haben. Der Durchmesser der Krone beträgt jetzt 18 mm. In dieser Stellung beginnen die beiden Kreise zu stäuben. Nach einiger Zeit krümmen sich nun die Griffel, und ihre Enden bewegen sich nach aussen und zwar so lange, bis ihr Abstand vom Blüthencentrum ebenfalls ca. 3,5 mm beträgt. Gleichzeitig wandern nun auch die innen stehen gebliebenen Antheren der kelchständigen Staubblätter nach aussen und es folgen hernach die andern so schnell, dass nur selten und mehr zufällig Selbstbestäubung erfolgt.

21. Sempervivum alpinum Gris. (Taf. VI, Fig. 173—175 a.)

Hier zum erstenmal beschrieben und zwar nach Untersuchungen, die Ende August 1900 am Montalin (Kt. Graubündten) ausgeführt wurden.

Der centrifugal sich entwickelnde Blüthenstand ist dichter, als bei vielen andern Arten, z. B. dem unten beschriebenen *S. Wulfeni Hoppe,* wo er dagegen horizontal weiter ausgebreitet ist, als hier. Die Blüthen sind, wie bei den andern Arten, actinomorph gebaut und so auffällig, dass sehr reicher Insektenbesuch eintritt. Durchmesser 23 mm. Die Zahl der Blüthentheile schwankt um den Mittelwert 13; Staubblätter sind, wie immer, doppelt so viel vorhanden. Dimensionen der Kronblätter 9,5×2,5 mm. Die Kelchblätter sind, wie die Stengel und die grundständigen Blattrosetten, drüsenhaarig. Die Kronblätter zeigen an ihren Rändern, mit Ausnahme des obersten Theiles, ebenfalls eine lichte Behaarung, die jedoch nicht drüsiger Natur ist. Sie sind hellroth gefärbt. In der Mitte ihrer Oberseite tragen sie eine aus feinen, carminrothen Strichen bestehende Längslinie, die sich bei vielen Exemplaren gegen die Blattbasis zu länglich-dreieckigen, oft tief carminrothen Flecken verbreitert und als treffliches Saftmal wirkt. — Die Nektarien sezernieren reichlich und sitzen aussen am Grunde eines jeden Fruchtknotens, von diesem und den oben eng an sie anschliessenden Filamenten überwölbt. Da die innern Staubfäden an ihrer Basis tief zwischen die Fruchtknoten hineingreifen, so entsteht über jedem Nektarium eine förmliche Röhre, so dass das Insekt genöthigt wird, 13mal seinen Vorderkörper in den Blüthengrund hineinzusenken. Diese Röhren sind tiefer als bei *S. arachnoideum L.* oder *S. piliferum Jord.*, ja noch vollkommener als bei *S. tectorum L.*, jedoch kaum so gut wie bei *S. Wulfeni Hoppe,* da hier die in Frage kommenden Blüthentheile auch noch ziemlich stark behaart sind.

Die Filamente sind oben roth, nach unten weisslich, radial etwas platt gedrückt und innen, längs der Kante und an der Basis etwas behaart. Die seitlich gelegenen, spaltförmigen Oeffnungen der grossen, basifixen Antheren werden, wie bei den übrigen Arten, so gross, dass die beiden Pollentaschen

vorn und hinten zur Berührung kommen und jede Anthere rechts und links eine vollständig mit Pollen bedeckte Fläche darbietet. — Die Staubfäden sind, wie bei den andern Arten, obdiplostemonisch angeordnet; die innern sind etwas länger, als die äussern, kronständigen. — Die unregelmässig concentrisch geordneten Stempel bestehen je aus einem oberständigen, dreikantigen, behaarten Fruchtknoten und einem anfangs ziemlich gerade nach oben abstehenden dünnen Griffel, der sich aber im zweiten Stadium der Blüthe nach Form und Grösse verändert. Auch dieses sind allgemein bei *Sempervivum* vorkommende Merkmale.

Die Blüthen sind auch hier protrandrisch. Obgleich sich die Narben zu einer Zeit entwickeln, wo die kürzern Staubfäden noch ganz schwach stäuben, ist dennoch spontane und indirekte Autogamie ausgeschlossen, erstere durch die Bewegungen der Sexualorgane, letztere, allerdings mit weniger Sicherheit, durch das Verhalten der eigentlichen Besucher, der Hummeln. — Bei unserer Art rücken zuerst die längern, innern Staubfäden nach aussen, bis sie auf demselben Kreis mit den kürzern stehen, und beginnen alsdann zu stäuben, worauf bald auch die Antheren des äussern Kreises sich öffnen. Während diese noch stäuben, neigen sich die Griffel unter Streckung stark nach aussen und beginnt zuletzt auch die Entwicklung der Narben. Beide Staubblattkreise, der äussere jetzt nur noch schwach stäubend, rücken nun noch weiter nach aussen, während sich gleichzeitig auch die Blumenblätter noch mehr auseinanderneigen, so dass immer ein beträchtlicher Zwischenraum zwischen den Staubbeuteln und den Narben erhalten bleibt.

Betrachten wir eine die Blumen von *S. alpinum Gris.* besuchende Hummel — denn dies sind die eigentlichen Bestäuber und weitaus die häufigsten Gäste —, so sehen wir sie in jüngern Blüthen auf die Spitzen (Fig. 174 und 174 a), in ältern auf die Umbiegungsstellen der Griffel (Fig. 175 und 175 a) aufliegen. Da nun aus den beschriebenen Grübchen Honig entnommen werden soll, so neigt das Insekt seinen Vorderkörper über die Mitte der Blume und beutet die seinem Standort gegenüber gelegenen Nektarien aus, wobei es, wie früher bereits erklärt wurde, seinen Körper abwechselnd heben und senken muss. Dabei dreht es sich auf der Blüthe herum und erhält nun durch die jetzt auf gemeinsamem Niveau stehenden und stäubenden Antheren, die es mit der Unterseite seines Körpers drückt und reibt, an jener Stelle einen Querstreifen von Blüthenstaub. An den sorgfältig von der Blüthe abgehobenen Thierchen lässt sich derselbe gut wahrnehmen. Die seitlichen Oeffnungen der Staubbeutel und die Klebrigkeit des Pollens begünstigen diese Art des Pollensammelns ausserordentlich, ebenso auch das dichte Haarkleid an der Unterseite des Abdomens der Hummeln.

22. Sempervivum Wulfeni Hoppe. (Taf. VI, Fig. 176—180.)

Es liegen Untersuchungen und Besucherlisten vor von H. Müller (No. 56) und Schulz (No. 63). Ich habe die Blumen Ende August 1900 im Versuchsgarten der eidgen. Samenkontrollstation auf der Fürstenalp bei Chur beobachtet. — Alle Verhältnisse, die gleich sind, wie die entsprechenden bei *S. alpinum Gris.* oder andern Arten, oder auf deren Verschiedenheit dort schon hingewiesen wurde, sind hier nicht mehr angegeben.

Der Durchmesser der Blüthen beträgt 33 mm, die Zahl der Blüthentheile im Mittel 15. Die Petalen sind schwefelgelb und mit einer rothen Basis versehen. Die hellgelben, hier etwas kleinern Staubgefässe drehen sich oft, so dass die Pollentaschen sich unzweckmässig nach innen und aussen wenden, was offenbar Schulz zu der Ansicht geführt hat, dass dies immer so sei. — Die beiden Reihen von Staubgefässen stehen anfänglich fast in derselben Entfernung vom Centrum. Es rücken fast unmittelbar nach dem Oeffnen der Krone die längern, innern Staubblätter noch weiter nach innen, erst später beginnt auch die Funktion der äussern. Wenn die letzten Staubgefässe des äussern, an der Peripherie der Blume gebliebenen Kreises verstäubt sind, so beginnen sich die Narben zu entwickeln. Diese ganz andere Art der Bewegung der Staubfäden erklärt sich sofort, wenn wir aus Müllers Listen und meinen direkten Beobachtungen den Schluss ziehen, dass auch hier Hummeln die eigentlichen Bestäuber sind. Wenn sich nämlich die innern Staubfäden auch hier nach aussen bewegten, wie bei der vorausgehenden Art, so würde der Abstand zwischen den Griffelenden und den Staubbeuteln für die auf die erstern aufliegenden Hummeln zu gross, als dass die Narben im zweiten Stadium der

Blüthe dieselbe Stelle des Insekts berühren könnte, die vorher an den stäubenden Antheren lag. — Die aussen gebliebenen Staubgefässe werden nur von den grössten Hummeln noch etwas mit dem Ende ihres Abdomens gestreift, sind also für die Kreuzung von untergeordneter Bedeutung. Ich fand nun aber ziemlich viele Exemplare, in denen auch dieser zweite Kreis von Staubgefässen nach dem ersten sich noch um einen ganz merkbaren Betrag nach innen zu bewegen begann, ohne jedoch zur Bewirkung der Kreuzung oder gar der Autogamie (nach Kerner) verwendet werden zu können. Letztere ist überhaupt ausgeschlossen.

Ich fand gelegentlich peripherisch in den Blüthenständen gelegene Exemplare von Blumen, die an der dem Boden zugewendeten Unterseite schlecht ausgebildet oder monströs verändert waren. Das kommt aber bei *S. alpinum Gris.* und andern Formen häufiger vor, als hier. In solchen monströsen Blüthen erfolgt häufig Autogamie dadurch, dass die Staubfäden aufgerichtet bleiben.

23. Sempervivum Braunii Wilm.

Von mir zum erstenmal untersucht, und zwar am 3. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre.

Die Zahl der Blüthentheile beträgt 13, der Durchmesser der Krone 14—17 mm. Hier wandern, ganz ähnlich wie bei *S. piliferum Jord.*, zuerst die kelchständigen, längern Staubfäden nach innen und beginnen zu stäuben. Die kronständigen gehen nach aussen und werden durch die sich öffnende Krone noch mehr in dieser Richtung gezogen, und stäuben dort dann ebenfalls. Die Bewegung nach aussen setzt bei den innen gebliebenen kelchständigen Staubgefässen hier viel später ein, als bei genannter Form, da diese Blüthen viel stärker protrandrisch sind, als jene, ja sogar noch stärker, als die eben beschriebene *S. Wulfeni Hoppe*, und weil aus diesem Grunde trotz der späten centrifugalen Bewegung der kelchständigen Staubblätter doch keine Autogamie erfolgen kann. Daraus folgt, dass die Staubgefässe während der längsten Zeit ihrer Thätigkeit in 2 Kreisen stehen. — Autogamie habe ich nie beobachtet.

24. Sempervivum Foucounetti Reut. (Taf. VI, Fig. 171.)

Noch nicht untersucht. Meine Beobachtungen wurden am 2. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre gemacht.

Der Blüthendurchmesser beträgt anfangs ca. 21, später 24 mm. Die Kronblätter messen ca. 10 mm in der Länge. Die Zahl der Blüthentheile habe ich mehrmals ermittelt. Sie betrug: 11, 10, 10, 11, 10, 11, 10, 11, 11, 10, 10, 11. Die Kelchblätter fühlen sich infolge einer ziemlich starken Drüsenbehaarung klebrig an. Sie sind innen hellroth, aussen weisslich. Auf der Innenseite besitzen sie eine dunkler carminrothe Mittellinie, eine dunklere Wurzel und weissliche Spitze. Die geschlossenen Antheren sind blassgelb, die Filamente carminroth. — Die Nektarien sind gleich beschaffen, wie bei *S. Wulfeni Hoppe*. Der Honigschutz ist infolge der Röhrenbildung durch die Filamente und der Behaarung der betreffenden Blüthentheile (Basis der Frucht-, Staub- und Kronblätter) ebenso gut, oder, besonders anfangs, besser, als bei *S. Wulfeni Hoppe*.

Ueber die Stellung der Staubfäden in der Knospe gilt das früher Gesagte. Beim Oeffnen der Blüthe begeben sich die äussern, kronständigen Staubgefässe etwas nach innen, so dass sie in denselben Kreis einrücken, in dem die innern stehen. Der Durchmesser dieses Kreises beträgt ca. 11 mm. Die Kelchstaubfäden gehen nun aber auch noch weiter nach innen und treten also wieder aus diesem gemeinsamen Kreis heraus. Wenn sie bis auf eine Entfernung von 4 mm vom Blüthencentrum gekommen sind, beginnen sie zu stäuben. Die Griffel biegen sich schon jetzt nach aussen und ihre zwar noch nicht empfängnissfähigen Enden kommen mit den genannten Staubbeuteln nun oft zur Berührung, obschon dieselben gewöhnlich rasch wieder in ihren ersten Standort zurückkehren. Wenn sie da ankommen, besitzen die Griffel bereits Narben und die andern, die kronständigen Staubgefässe treten nun auch in Thätigkeit. Gleichzeitig öffnet sich die Krone stärker, und beide Staubblattkreise wandern, immer im gleichen Niveau bleibend, gemeinsam nach aussen, so dass sie von den ebenfalls vorrückenden Griffelenden nicht mehr berührt werden. Die letztern stellen ihre Bewegung erst ein, wenn ihre Narben einen Kreis von 9—11 mm bilden, d. h. ungefähr an dieselbe Stelle in der Blüthe gelangt sind, wo vorher die stäubenden Antheren standen.

Ich habe Gelegenheit gehabt, mehrere Hummeln beim Besuch dieser Blüthen zu beobachten. Sie führten dieselben drehenden Bewegungen aus, die wir oben schon beschrieben haben, wobei sie den Vorderkörper ebenfalls abwechselnd hoben und senkten.

25. Sempervivum Gaudini Christ. (Taf. VI, Fig. 172.)

Ebenfalls noch unbekannte Blutheneinrichtung. Ich untersuchte dieselbe am 4. Aug. 1901 im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre

Die Zahl der Blüthentheile ist gewöhnlich 12, seltener 11. Der Krondurchmesser beträgt anfangs 17—19, später 23 mm. Die 11—12 mm langen Kronblätter (Fig. 172) sind schmaler, als bei der zuletzt besprochenen Art (Fig. 171). Sie sind auf der Innenseite schmutzig weisslichgrün mit carminrother Wurzel, aussen ebenfalls weissgrün und tragen ein feines, nur an einzelnen Stellen drüsiges Haarkleid. — Der Schutz des Honigs ist hier, trotzdem keine Haare über den Nektarien vorhanden sind, doch gut, weil die Fruchtknoten sich nach aussen stark vorwölben und weil besonders die kelchständigen Filamente sich stark zwischen jene hineindrängen.

Die Blüthen sind so stark protrandrisch, wie diejenigen von *S. alpinum Gris.* Die kelchständigen, tief unten inserierten Staubblätter gehen zuerst beträchtlich nach innen und beginnen zu stäuben. Nach einiger Zeit wandern sie wieder der Peripherie der Blüthe zu und stellen sich dort in eine Reihe mit den stehen gebliebenen, kürzern Staubblättern, deren Antheren sich nun auch öffnen. Wenn endlich die Griffelenden sich nach aussen bewegen, so wandern beide Staubblattkreise gemeinsam noch weiter nach aussen und legen sich zuletzt ganz auf die Blumenblätter, die sich unterdessen noch mehr geöffnet haben. — Autogamie kommt selten und nur zufällig vor.

26. Sempervivum dolomiticum Facc.

Ich untersuchte die im Alpengarten von Bourg-St.-Pierre unter dieser Bezeichnung gezogene Pflanze am 9. Aug. 1901.

Ihre Bestäubungseinrichtungen unterscheiden sich in mehreren Punkten von denjenigen von *S. Funckii Braun*, mit der diese Art nach manchen Autoren identisch ist. Zahl der Blüthentheile: 8, 9, 8, 8, 9, 8, 8, 8. Die Petalen sind noch breiter, als bei *S. arachnoideum L.* und, besonders in der Mittelfurche, noch tiefer roth gefärbt, als dort. Der Durchmesser der ganz geöffneten Blüthen beträgt 13 mm. — Die Nektarien sind durch die bekannten Mittel und besonders durch eine feine, zum Theil drüsige Behaarung der in Frage kommenden Blüthentheile gut geschützt.

Die Blüthen sind ausgeprägt protrandrisch. Die innern Staubblätter bewegen sich nach der Oeffnung der Krone auch hier stark gegen die Mitte hin und beginnen dort zu stäuben. Sie gehen aber später zu den andern zurück, die letztern treten nun auch in Funktion, und beide Kreise stäuben nun, auf demselben Niveau stehend, noch einige Zeit. Erst wenn sie ihrem Ende nahe sind, wandern sie, gemeinsam mit den noch stärker sich öffnenden Kronblättern, noch mehr nach aussen. Die Griffelspitzen, die sich nun erst mit Narben versehen, folgen ihnen in beträchtlicher Entfernung, so dass Autogamie völlig ausgeschlossen ist.

27. Sempervivum Doellianum C. B. Lehm.

Die im Folgenden mitgetheilten Untersuchungen wurden ebenfalls am 9. Aug. 1901 im Garten zu Bourg-St.-Pierre gemacht.

Die Bestäubungseinrichtungen unterscheiden sich in mehreren Punkten von denjenigen der *S. arachnoideum L.*, mit welcher die vorliegende Art nach manchen Autoren identisch ist. Zahl der Blüthentheile: 9, 9, 10, 9. Durchmesser der ganz geöffneten Blume 14—15 mm. Die Petalen sind hier schmaler und besitzen eine schärfere, dunkelcarmin gefärbte Mittellinie; sonst gleichen die Blüthen in Form und Farbe sehr denjenigen von *S. dolomiticum Facc.* — Der Nektarschutz ist etwas weniger vollkommen, als bei jener Art, da die Fruchtknoten weniger nach aussen vorspringen. Die Nektarien stellen auch hier kleine Schüppchen dar, die unter den Fruchtknoten liegen.

Ueber den Grad der Protrandrie und die Art der Bewegung der Staubfäden gilt das bei der Beschreibung von *S. dolomiticum Facc.* Gesagte, nur öffnet sich die Krone hier noch stärker als dort, und,

damit im Zusammenhang, bewegen sich auch die Filamente am Ende der Anthese noch weiter nach auswärts. Wenn die dem Kelch opponierten Staubblätter innen stehen, so bilden ihre Antheren einen Kreis von 3 mm Durchmesser, während die andern 7 mm voneinander entfernt sind. Der Durchmesser des Staubgefässkreises am Ende der Anthese beträgt 9—10 mm. Die Narben bilden später auch genau einen Kreis von 3 mm Durchmesser. — Ich beobachtete nie Selbstbestäubung.

28. Sempervivum Heuffeli Schott. (Taf. VII, Fig. 181 und 182.)

Diese und die beiden folgenden Arten, über welche alle noch keine blüthenbiologischen Daten vorliegen, habe ich vom 25. bis 27. August 1901 in Zürich nach frischen Exemplaren aus dem Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) untersucht. Sie unterscheiden sich von den bisher besprochenen Formen dadurch, dass die Krone hier nicht sternartig ausgebreitet, sondern infolge der aufrecht bleibenden Lage der Petalen mehr glockenförmig ausgebildet ist, sowie dadurch, dass die Zahl der Blüthentheile konstant 8 beträgt.

Der Kelch der Blüthen von *S. Heuffeli Schott.* ist grasgrün und mit spärlichen, weissen, dickstieligen Drüsenhaaren und rothbraunen Flecken besetzt. Auch alle übrigen innern und äussern Blüthentheile tragen meist drüsige, weisse, ziemlich dicke und kurze Haare. Der Durchmesser der Blüthenöffnung beträgt anfangs 7, später 10—14 mm. Die Kronblätter sind weiss bis grünlich. Ihre Form geht aus den beigegebenen bildlichen Darstellungen (Fig. 181 und 182) hervor. Sie besitzen, besonders an den Spitzen, weisse, gefranste, häutige Ränder und auf ihrer Rückenseite eine hohe, spitz zulaufende, oben auch gefranste Mittelkante. Sie sind aufgerichtet, und nur durch ihr Zurückschlagen an den Spitzen kommt die Blüthenöffnung zu Stande. Die Länge eines Kronblattes beträgt 18, die Breite 3,5 mm. Die Höhe der Blüthe vom Grunde des Fruchtknotens bis zur Spitze der Petalen beträgt 18—24 mm.

Die Nektarien sind ziemlich gross und schuppenförmig. Der ausgeschiedene Honig wird weniger durch die Fruchtknoten als durch die zusammengeneigten Blumenblätter geschützt. Auch entstehen durch die sehr verschieden hohe Insertion der beiden Staubblattkreise dann noch die bekannten Honigröhren. — Als Anlockungsmittel funktionieren die beschriebenen, aussen zierlich gefransten Blumenblätter und vor allem der starke Duft der Blüthen. — Die Länge der innern, am untersten Theil des Kelches inserierten Staubblätter beträgt 12 mm, während die äussern, an den Petalen und beträchtlich höher entspringenden Staubfäden nur 10 mm messen. Die Antheren besitzen, wie bei allen andern Arten, weit aufspringende seitliche Pollentaschen.

Die Blüthen von *S. Heuffeli Schott.* sind schwach protrandrisch. Die Staubfäden neigen oben alle über dem Centrum der Blüthen zusammen, biegen sich aber an ihrem obersten Ende wieder etwas nach aussen um. Dennoch sind die noch geschlossenen Antheren nach dem Oeffnen der Blüthe auf einem Haufen in der Mitte der Blume vereinigt, welcher die Stempel und alle übrigen innern Blüthentheile bedeckt. Es stäuben nun zuerst die bedeutend höher stehenden Antheren des innern Kreises. Nach einiger Zeit beginnen sich diese Filamente am Grunde zu bewegen, so dass die Antheren gegen die Peripherie der Blüthe wandern und schliesslich, mit dem letzten Blumenstaub behaftet, zwischen den Kronblättern seitlich aus der Blüthe heraustreten, was noch dadurch besonders erleichtert wird, dass nun auch die Krümmungen am obern Ende der Filamente noch etwas stärker werden. Da man nun von oben ins Innere der Blüthe hineinsehen kann, so ist leicht zu konstatieren, dass die Griffel an ihren Enden bereits etwas nach aussen gebogen sind (Fig. 182). Sobald die genannten höher stehenden Antheren etwa den halben Weg von ihrer ursprünglichen Stellung bis zur Peripherie der Blüthe zurückgelegt haben, d. h. so weit entfernt sind, dass keine Berührung mit den Griffelenden mehr erfolgen kann, so bedecken sich die letztern mit Papillen. Da die weiter unten stehenden Staubbeutel, welche um die Zeit des Beginnes der Narbenbildung auch aufbrechen, von Anfang an weiter nach aussen liegen, so erfolgt jetzt auch durch diese keine Autogamie. Gegen Ende der Blüthezeit tritt dagegen häufig Selbstbestäubung ein, indem sich gewisse Staubblätter schwach nach innen neigen. Gewöhnlich aber biegen sich auch die kronständigen Filamente gegen Ende des Stäubens ihrer Antheren noch etwas nach aussen, so dass dann die Griffel mit den noch empfängnissfähigen Narben ganz kurze Zeit allein im Centrum der Blüthe stehen. Nach dem Gesagten blüht *S. Heuffeli Schott.* schwach protrandrisch. Die Narben überdauern

das Andröceum immer, bleiben aber in einzelnen Blüthen ganz besonders lange frisch, was vielleicht Folge nicht eingetretener Befruchtung ist.

29. Sempervivum globiferum L.

Die in der oben beschriebenen Weise gemessene Höhe der Blüthe beträgt hier nur 16 mm. Die Kelchblätter zeigen nur selten und stets nur an ihren Spitzen Rostflecken. Die drüsige Behaarung der innern Blüthentheile ist ebenso stark ausgebildet, wie bei der vorausgehenden Art. Die Honigschuppen sind rel. grösser und nach oben gebogen. Ein Geruch kann hier nicht wahrgenommen werden. Die Antheren neigen ebenfalls alle über dem Centrum der Blüthe zusammen, wobei diejenigen der kelchständigen Staubblätter ebenfalls weiter oben und mehr nach innen stehen. In den jungen Blüthen sind dagegen die Filamente oben nicht oder nur ganz schwach auswärts gebogen. — Die Narbenköpfe sind hier grösser und darum leichter wahrnehmbar, so dass die ganze Geschlechterentwicklung bequemer verfolgt werden kann. — Es stäuben auch hier zuerst die kelchständigen Staubgefässe; sie wenden sich dann nach aussen, wobei sich erst die Filamente oben stärker krümmen, und stäuben hier noch einige Zeit. Sie ragen dann aber noch viel weiter seitlich aus der Blumenglocke heraus, als bei *S. Heuffeli Schott.*

Die Blüthen von *Sempervivum globiferum L.* sind stärker dichogam, als diejenigen der eben genannten Art. Die Narbenpapillen bilden sich nämlich erst, wenn die obern Staubbeutel schon an der Peripherie der Krone, die hier am Schluss der Anthese noch stärker geöffnet ist, angekommen oder sogar schon zwischen den Blumenblättern nach aussen getreten sind. Trotzdem auch die Antheren der kronständigen Staubblätter sich stärker nach aussen wenden, kommt es doch auch hier noch gelegentlich dadurch zur Autogamie, dass die letztgenannten Staubgefässe von den hier stärker auseinanderspreizenden Griffeln eingeholt werden. — Wenn alle Antheren des innern Staubblattkreises und bis zu einem gewissen Grad auch die der äussern zur Peripherie der Blüthe gewandert sind, so stäuben sie dort noch einige Zeit. Auch nach ihrem gänzlichen Verstäuben bleiben die Narben immer noch einige Zeit frisch.

Ich habe nun auch noch Blüthen beobachtet, die viel weniger dichogam sind, als die beschriebenen. Ich sah sogar Exemplare, die schon weit auseinandergespreizte, mit papillösen Narbenköpfen versehene Griffel besassen, als auch die innern Staubblätter noch zusammengeneigt waren und kaum zu stäuben begonnen hatten. Oft öffnete sich die Krone derartiger Blüthen nur schwach, und die Bewegungen der Staubfäden stellten sich nur in geringem Grade ein oder blieben ganz aus, so dass der Pollen mit Nothwendigkeit auf die eigenen Narben abgelagert werden musste. Es liess sich mit Sicherheit feststellen, dass diese Bestäubungsvorgänge in denjenigen Blumen, die erst einige Zeit nach dem Einstellen der abgeschnittenen Pflanzen in Wasser aufgebrochen waren, relativ häufiger auftraten, als in denjenigen Blüthen, die sich gleich anfangs geöffnet hatten.

Ich verzichte darauf, noch andere, auch bei den zuerst aufgeblühten Exemplaren vorgekommene, aber seltenere Abänderungen der stark variierenden Blumen hier wiederzugeben.

30. Sempervivum hirtum L. (Taf. VII, Fig. 183 und 184.)

Die centripetal aufblühende Inflorescenz ist hier noch dichter und die einzelnen Blüthen sind kleiner, als bei der zuletzt beschriebenen Art. Die Blümchen messen im Durchmesser nämlich nur 1—3 mm, da die Petalen hier viel weniger nach aussen gebogen sind, in der Höhe 7—12 mm. — Die Kelchblätter sind unten grün, oben rothbraun gefärbt. Die 7,5 mm langen Blumenblätter sind gleich gefärbt, wie bei den beiden vorausgehenden Arten, besitzen jedoch rothe Spitzen. Die übrigen morphologischen Merkmale der einzelnen Blüthentheile ergeben sich aus den beigegebenen Figuren. Auch hier tragen alle Theile der Blüthe innen und aussen Drüsenhaare; dieses Haarkleid ist aber noch dichter, als bei den beiden zuletzt beschriebenen Arten. — Trotzdem die kronständigen Filamente höher oben inseriert sind, als die kelchständigen, so liegen die Antheren der erstern doch ebensoviel tiefer, als die der letztern, da die kelchständigen Filamente die kronständigen an Länge bedeutend übertreffen. Die in ihrem ganzen Verlauf geraden Filamente besitzen, im Gegensatz zu den übrigen Blüthentheilen, unten nur einige wenige, grosse Drüsenhaare. Die Nektarien sitzen als dicke Schuppen

an der Wurzel der kürzern Filamente, und werden von den unten ziemlich stark vorspringenden, 5 bis 5,5 mm langen Stempeln etwas bedeckt.

Die sehr oft ganz geschlossen bleibenden Blumen sind homogam. Die Antheren bleiben während der ganzen Blüthezeit in gleicher Lage und nahe an den zu oberst nur schwach auswärts geneigten, aber mit kräftigen Narben versehenen Griffeln. Sie bilden nicht einen Haufen oberhalb des Gynäceums, wie bei der letztern Art, da hier die Stempel gewöhnlich etwas länger sind, als die Staubblätter. Autogamie tritt immer zeitig ein.

In allen von mir untersuchten Blüthen fanden sich je mehrere Exemplare einer Blattlaus. Diese Thierchen sassen nicht etwa unten beim Nektar, sondern immer auf den Antheren und der Narbe. Ich vermochte nicht zu entscheiden, ob sie dem Blumenstaub nachgingen oder die Narben anbohrten, um ihnen Saft zu entziehen. Ich fand sie jedoch immer nur in bereits stäubenden Exemplaren. Sie waren stets ganz mit Blüthenstaub bepudert, so dass sie oft grosse, gelbe Knollen bildeten. Ohne Zweifel erleichterten sie die Selbstbestäubung, die ohne ihre Mithilfe nicht absolut gesichert wäre, da, wie bereits bemerkt, die Staubbeutel etwas tiefer stehen, als die Narben und sich nicht über den letztern zusammenneigen.

Sehr viele Blüthen zeigen eine Tendenz zur Verkürzung und Verkümmerung einzelner Staubblätter. Besonders die äussern, ohnehin schon kurzen Staubblätter werden sehr oft ganz rudimentär und pollenlos. — Ich bemerke ausdrücklich, dass ich nur gut entwickelte Pflanzen, deren Blüthen sonst keinerlei Anzeichen beginnender Entartung zeigten, untersucht habe.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Crassulaceenblüthen.

Die Blumenfarben der besprochenen *Crassulaceen* steigen von grün und gelb bis zu roth. Es sind aber nicht, wie man nach Müllers Blumenfarbentheorieen erwarten könnte, alle biologisch hoch organisierten Blüthen roth und die niedrigern grünlich oder gelb etc. gefärbt. (*Sempervivum Wulfeni Hoppe, Heuffeli Schott., hirtum L.* und andere), so dass an die Aufstellung einer phylogenetischen, auf die Blumenfärbungen gestützten Reihe, die von Müller bereits entworfen wurde, so lange noch nicht gedacht werden darf, bis bessere biologische, morphologische, anatomische und pflanzengeographische Studien über die verwandtschaftlichen Beziehungen der verschiedenen Formen gemacht worden sind (vergl. Loew in Nro 48). Auch wenn wir noch die Zahl der Blüthentheile mit berücksichtigen, so können wir doch eine solche Reihe noch nicht aufstellen; denn wir sehen, dass gleich gefärbte Blüthen, wie *Sempervivum Wulfeni Hoppe* und *Heuffeli Schott.* oder wie *Sempervivum arachnoideum L.* und *Sedum spurium Bieb.* etc. das eine Mal eine grössere, aber recht variable Anzahl von Blüthentheilen, das andere Mal konstant 8, resp. 5 Theile besitzen können, und dass ganz verschieden gefärbte Arten von *Sedum* die gleiche Anzahl von Blüthentheilen besitzen.

Die Blüthen der oben beschriebenen Arten der Gattung *Sedum* sind, mit Ausnahme der 6zähligen *S. rupestre L., hispanicum L.* und zum Theil auch *S. Kamtschaticum Fisch.*, nach der Fünf-Zahl gebaut; diejenigen von *Semperrivum Heuffeli Schott., globiferum L.* und *hirtum L.* sind 8zählig, die übrigen Arten dieser Gattung besitzen noch mehr Blüthentheile und zeigen Schwankungen in der Zahl derselben. Der Nektar wird oft in sehr reicher Menge von mehr oder weniger stark ausgebildeten Schuppen, die an der Basis der Fruchtblätter liegen, abgesondert. Die Blüthen gehören zu den Klassen A, AB, und B. Der Honigschutz wird gewöhnlich durch Auswärtswölbung der Basis der Stempel und Anpressung der Filamentwurzeln an dieselben, durch Röhrenbildung infolge der ungleich hohen Insertion der Staubfäden, durch Behaarung der in Frage kommenden Blüthentheile und durch das Zusammenneigen der Kronblätter am Anfang der Anthese erreicht. Bei *Sedum boloniense Loisl., Ibericum*

Ster., zum Theil auch *S. Telephium L.* u. a. kommt besonders das letztgenannte Mittel zur Verwendung, ja bei *Sedum stoloniferum Gmel.* und *Sempervivum Heuffeli Schott., hirtum L.* und *globiferum L.* bleiben die Kronblätter während der ganzen Anthese aufgerichtet. — Hinsichtlich der Entfaltung der Kronblätter während des ersten Theils der Anthese ist folgendes zu sagen: Die Krone öffnet sich bei den meisten *Sempervivum*-Blumen und einigen Arten aus der Gattung *Sedum* sofort ganz. Bei den meisten protrandrischen Blüthen von *Sedum* verharrt sie während eines Theils des männlichen Stadiums in halbgeschlossenem Zustande und öffnet sich erst vollständig, wenn die Staubblätter nach aussen gehen müssen, um den sich spreizenden Griffeln Platz zu machen. Dasselbe ist der Fall bei einigen Arten von *Sempervivum (S. arachnoideum L.* u. a.*)*. Sehr spät öffnet sich oft die Krone bei *Sedum Telephium L., Ibericum Stev.* u. a. Bei andern Blumen bleiben die Petalen sogar während des ganzen Geschlechtszustandes halb geschlossen und öffnen sich erst zu dem bekannten Stern, wenn Narben und Antheren verdorrt sind *(Sedum boloniense Loisl.)*. Bei *Sedum stoloniferum Gmel.* erfolgt diese Oeffnung gar nicht mehr. Der zweite stern- oder tellerförmige Zustand der Krone tritt auch bei *Sempervivum Heuffeli Schott., globiferum L.* und *hirtum L.* gar nie mehr ein. Die Blüthen von *Sempervivum globiferum L.* und *hirtum L.* bleiben sogar sehr häufig ganz geschlossen. — Wie diese Verhältnisse innerhalb derselben Art abändern können, zeigt uns das Beispiel von *Sedum Telephium L.*, von welcher Art in dem Vorstehenden Blüthen mit von Anfang an stark geöffneter Krone beschrieben wurden neben solchen, deren Petalen erst bei Beginn des Spreizens der Griffel sich auseinanderneigen.

Die meisten der von mir untersuchten *Crassulaceen*blüthen sind protrandrisch; protogyn sind nur *Sedum alpestre Vill., boloniense Loisl., hispanicum L., stoloniferum Gmel.*, zum Theil auch *S. Kamtschaticum Fisch.* und *album L. var. micranthum DC.*, ganz homogam dagegen die Arten *Sedum spurium Bieb.* und *Sempervivum hirtum L.*, fast homogam *Sedum Ibericum Stev.* Einige Arten schwanken zwischen protrandischer und protogynischer Dichogamie, so z. B. *Sedum album L.* und *Sempervivum arachnoideum L.* Diese Schwankungen lassen sich wohl zum grössten Theil durch das Vorkommen der Pflanzen auf verschieden hohen Standorten erklären, zumal, da eine ähnliche Abhängigkeit der Art der Geschlechterentwicklung von der Höhe des Standortes durch Schulz' Untersuchungen bei *Sedum dasyphyllum L.* und zum Theil auch bei *Sempervivum Wulfeni Hoppe* und durch meine Beobachtungen bei *Sedum alpestre Vill., album L. var. micranthum DC.* und *Sempervivum arachnoideum L.* festgestellt werden konnte. Bei einzelnen Blüthen, wie bei denjenigen von *Sedum oppositifolium L.*, wird Autogamie durch die starke Dichogamie, bei zahlreichen andern anfangs durch die Bewegungen der Staubblätter und Griffel, d. h. durch räumliche Trennung der Sexualorgane verhindert. Am Ende der Anthese tritt sie dagegen sehr häufig ein infolge der starken centrifugalen Bewegungen der Griffelenden oder der Rückwärtsbewegung der dem Verstäuben nahen Staubblätter. Recht oft verhalten sich einzelne nicht gekreuzte Blüthen im spätern Verlauf ihrer Geschlechterentwicklung und besonders in den die Autogamie einleitenden Bewegungen ganz anders, als die übrigen. Derartige direkt durch die ausgebliebene Kreuzung hervorgerufene Veränderungen im Verhalten des Sexualapparates wurden bei mehreren Formen *(Sedum album L., rupestre L., oppositifolium Sms.* u. v. a.*)* mit mehr oder weniger Sicherheit nachgewiesen. — Während des ersten Theils der Anthese sind dagegen die Blüthen mit wenigen Ausnahmen (*Sempervivum hirtum L.*, oft auch *S. globiferum L.*) an Allogamie angepasst. Diese Anpassung kommt durch die centrifugale Bewegung der Griffelenden und die Bewegung der Staubblätter nach innen zu Stande, durch welche die stäubenden Antheren genau an dieselbe Stelle in der Blüthe zu liegen kommen, wo vorher oder nachher die empfängnissfähigen Narben sich befinden. Da sich nun die Insekten beim Besuch der *Crassulaceen*blüthen fast immer auf die Griffelspitzen oder auf die später an derselben Stelle liegenden Umbiegungsstellen der Griffel setzen und die wiederholt beschriebenen drehenden Bewegungen auf der Blume ausführen, so wird der Blüthenstaub an derjenigen Stelle des Abdomens der Thiere deponiert, welche zu einer andern Zeit mit den Narben in Berührung kommt. — Diese drehenden Bewegungen werden übrigens um so sicherer und vollkommener ausgeführt, je mehr Theile die betreffende Blüthe besitzt, am besten also auf Blumen aus der Gattung *Sempervivum*. — Die Staubfäden bewegen sich bei allen Blüthen vor dem Stäuben, aber auch innerhalb derselben Art

oft in sehr verschiedenem Grade oder sogar in umgekehrter Weise. (*Sedum Telephium L.*, *Sempervivum arachnoideum L.* u. a.). Dies erklärt sich leicht, wenn wir bedenken, dass diese Bewegungen einmal immer so erfolgen müssen, dass der Durchmesser des entstehenden Antherenkreises gleich demjenigen des Kranzes empfängnissfähiger Narben wird, und dass sich diese beiden Grössen dann wieder an die Dimensionen des bestäubenden Insektes anpassen müssen. So sehen wir, dass *Sempervivum alpinum Gris.* besser an ihre Bestäuber, die Hummeln, angepasst ist, als *S. Wulfeni Hoppe*, weil dort beide Staubblattkreise so weit innen stehen, dass sie vom Hintertheil des über dem Blüthencentrum stehenden und sich drehenden Thierchens berührt werden. Es möge genügen, hier festzustellen, dass für zukünftige biologische Untersuchungen von *Crassulaceen*blüthen die Angabe der Durchmesser der Staubblattkreise im Momente des höchsten Stäubens von besonderer Wichtigkeit ist, auch wenn diese bei derselben Art starken lokalen Abänderungen unterworfen sind, da wir daraus auf die hauptsächlichsten Bestäuber schliessen können, oder, wenn wir diese bereits kennen, eine Anschauung darüber gewinnen, wie stark die betreffenden Blumen an bestimmte Insekten, d. h. an eine bestimmte Umgebung, ein gewisses Gebiet, angepasst ist. Gerade den lokalen Verschiedenheiten dieser Staubblattbewegungen sollten wir übrigens unsere grösste Aufmerksamkeit zuwenden, da diese, wie die vorliegenden Untersuchungen zum Theil auch zeigen, oft sehr gross sind und also wichtige biologische Veränderungen hier sehr leicht konstatiert werden können. Wie wir bereits bei der Besprechung der *Cruciferen* betonten, sollte sich überhaupt die blüthenbiologische Forschung viel mehr dieser noch wenig angepasster, „allotroper" Blüthen annehmen, und sich hier aber nicht mit Feststellung der Blumenklasse, Angabe der Anlockungsmittel und des Grades der Dichogamie etc. begnügen, sondern eben gerade in ein tieferes Verständniss derartiger feinster, rasch durch natürliche Auslese oder direkte Anpassung abändernde Merkmale oder Vorgänge einzudringen suchen; gewinnen wir doch auf diese Weise am raschesten ein auf Thatsachen begründetes Bild von der Abänderungs- und Anpassungsfähigkeit der Blüthen. — Einem andern Bestäubungsmodus sind wohl *Sedum stoloniferum Gmel.*, *Sempervivum Heuffeli Schott.* und *globiferum L.* angepasst; die letztgenannte Art, sowie *Sempervivum hirtum L.* zeigen überdies Neigung zur Kleistogamie. Bei *Sempervivum hirtum L.* wird bei meist geschlossener Blüthe während der ganzen Anthese Autogamie ausgeübt und durch kleine auf Narben und Antheren herumkriechende Insekten erleichtert. In einigen Fällen, so bei *Sedum hispanicum L.* und *S. boreale* und in geringerem Grade vielleicht noch bei *Sempervivum Wulfeni Hoppe* beobachteten wir eine Arbeitstheilung zwischen den beiden Staubblattkreisen, in der Art, dass der äussere fast immer stark gespreizt bleibt und der Allogamie dient, während sich der innere durch Anlegung seiner Antheren an die Narben der Herbeiführung der Autogamie widmet. Kerner hat dies, wie schon oben bemerkt wurde, noch bei andern Arten beobachtet.

Es ist bekannt, dass sich oft Bewegungen gewisser Blüthentheile durch ganz grosse Verwandtschaftskreise von Pflanzen mit niedrig angepassten Blüthen (ich verwende die Bezeichnung „allotrope" Blüthen hier nicht gerne, weil sie nicht ganz das bedeutet, was ich in diesem Falle damit bezeichnen möchte; es wäre zweckmässig, unter Berücksichtigung der Anpassungs- und Abänderungsfähigkeit der Blüthen noch andere Bezeichnungen einzuführen, doch haben wir bis jetzt noch zu wenig Material, um die betreffenden Begriffe abzuklären) hindurch konstant erhalten und dabei nur zu verschiedenen Zwecken verwendet werden. Hierher gehören z. B. bei den *Cruciferen*blüthen die früher besprochenen Drehungen der 4 längern Staubblätter, die fast immer vorhanden, aber ungleich stark ausgebildet sind, und ganz verschiedenen Zwecken dienen, bei den *Umbelliferen* die Krümmungen an der Spitze der Filamente, bei der noch näher zu besprechenden Gattung *Saxifraga L.* die Bewegungen am Grunde der Filamente. So finden nun auch in weitaus den meisten *Crassulaceen*blumen Bewegungen am Grunde der Staubfäden statt, die aber im Verlaufe der Anthese in verschiedenem Grade weiterschreiten und bei verschiedenen oder derselben Blüthe zu ganz verschiedenen Zwecken verwendet werden: zur Autogamie, zur Erleichterung der Kreuzung, indem die Antheren an dieselbe Stelle geschafft werden, an der zu einer andern Zeit die Narben sich befinden, zur Verhinderung der Selbstbestäubung, indem die Staubblätter sich wieder nach aussen wenden, sobald die Griffelenden sich nahen etc. — Dies ist hier, wie bei den andern oben vergleichsweise genannten und allen andern niedrig angepassten

Blüthen, nur eine Folge der allgemeinen, schon bei Besprechung der *Cruciferen* beachteten Erscheinung, dass alle diese Blumen sich beständig in einem Zustand befinden, der es ihnen ermöglicht, sich an die verschiedensten Verhältnisse ihrer Umgebung direkt anzupassen. Die *Crassulaceen*blüthen besitzen von Anfang an die Fähigkeit, Staubblattbewegungen auszuführen; aber dieselben erfolgen doch nur, falls ein Bedürfniss sie erheischt und in ganz verschiedener Weise, je nach den verschiedenen Bedürfnissen der einzelnen Arten und Blüthen. Dies erklärt uns auch die Thatsache, dass innerhalb derselben Art das Verhältniss zwischen Autogamie und Kreuzung so sehr verschieden sein kann. Dass auch die Geschlechterentwicklung durch die kleinsten äussern Einflüsse sehr rasch und so gründlich verändert werden kann, dass starke Protrandrie in ausgesprochene Protogynie übergeht, haben wir oben durch direkte Versuche nachweisen können. Niemand wird nun bezweifeln, dass auch in der freien Natur die Geschlechterentwicklung der *Crassulaceen*blüthen ebenso rasch auf äussere Einflüsse zu reagieren und sich an diese direkt anzupassen im Stande ist, da wir ja in einigen Fällen Differenzen in der Ausbildung des Sexualapparates einer Art auf verschieden hohem Standort konstatiert haben. So erklären sich auch die oft so sehr voneinander abweichenden Angaben der Litteratur hinsichtlich des Grades der Dichogamie und des Verhältnisses zwischen Autogamie und Kreuzung mancher *Crassulaceen*blüthen. — Aus den vorgeführten Einzelbeschreibungen ersehen wir aber nicht nur, wie eine und dieselbe Erscheinung, nämlich die Staubblattbewegung, innerhalb grösserer Formenkreise, ja von derselben Blüthe zu den verschiedensten Zwecken verwendet wird, (wir nannten diese Bewegungen der Staubfäden darum auch nicht schlechtweg „gamotrope" Bewegungen, weil sie nicht immer den Zweck haben, die Fremdbestäubung zu sichern. Ueber jene Bezeichnung vergl. man die Arbeit von Hansgirg in Nro. 23, sondern auch, wie in andern Fällen derselbe Zweck durch ganz verschiedene Mittel erreicht wird. So fanden wir, dass, während sonst überall die Staubblätter den sich spreizenden Griffeln durch Bewegungen am Grunde der Filamente entweichen, bei den halb geschlossen bleibenden Formen *Sedum stoloniferum Gmel.* und *Sempervivum Heuffeli Schott.*, wo eine derartige Lokomotion der Staubblätter durch die aufgerichteten Petalen gehemmt ist, derselbe Zweck, die Verhinderung der Autogamie, durch Auswärtskrümmung der obern Enden der Filamente erreicht wird, ja bei *Sedum Telephium L.* wird sogar die Selbstbestäubung in den einen Exemplaren durch Bewegung der Wurzeln, bei den andern durch Krümmung der Spitzen der Filamente verhindert. Ich glaube somit, dass die beschriebenen *Crassulaceen*blüthen ebenfalls einen Beitrag zum Beweis der schon früher aufgestellten Behauptung liefern, wornach die niedrig angepassten Blüthen im Stande sind, sich an die Verhältnisse ihrer Umgebung direkt zweckmässig anzupassen, insbesondere ihre Bestäubungseinrichtung so einzurichten, dass bei ausgebliebener Allogamie Selbstbestäubung mit vermehrter Sicherheit eintritt, auch wenn diese sonst, bei normalem Verlauf der Blüthenentwicklung, gar nie vorgekommen wäre.

III.

Saxifraga.

Knuth bemerkt als Einleitung des betreffenden Abschnittes (Handb. II. 1., p. 442 und 443, Nro. 40), grösstentheils der entsprechenden Zusammenfassung Müllers (Nro. 56) folgend: „Die Blüthen sind rein weiss oder gelb bis purpurn besprenkelt oder schmutzig gelb, selten rosenroth oder blau, und besitzen freiliegenden, selten halbverborgenen Nektar, welcher von der Aussenwand des Fruchtknotens abgesondert wird. Diese Lage des Honigs lockt zahlreiche kurzrüsselige Insekten herbei, unter denen die Fliegen so überwiegen, dass die meisten Arten der Blumenklasse D zuzurechnen sind. Der starke Insektenbesuch macht für viele Arten den Nothbehelf der spontanen Selbstbestäubung entbehrlich und durch mehr oder minder ausgeprägte Dichogamie thatsächlich fast oder ganz unmöglich. Die meisten Arten sind protrandrisch. Bei den wenigen protogynischen sind die Blüthen im ersten, also weiblichen Zustande erheblich viel kleiner, als im zweiten, männlichen Zustande, indem sich der Blüthendurchmesser nach dem Verschrumpfen der Narben bis auf das Doppelte und noch mehr vergrössert, wodurch die Reihenfolge der Besuche, die ein und dasselbe Insekt ausführt, meist in der für die Befruchtung günstigen Weise erfolgen wird.

Eine ausgezeichnete Monographie der Gattung *Saxifraga* verdanken wir Engler (Nro 17). Dieser Forscher hielt die Arten sämmtlich für protrandrisch. Die Bewegungen der Staubblätter gegen die Blüthenmitte hatte bereits Treviranus (Nro. 65) beobachtet; dieser schloss daraus, dass die *Saxifraga*-Arten der spontanen Selbstbestäubung unterworfen seien. Da einige Arten dieser Gattung ein Saftmahl besitzen, andere dagegen nicht, hat Engler die Richtigkeit der von Sprengel (Nro. 63 a) gegebenen Deutung des Saftmahles bezweifelt. Herm. Müller bemerkt (Nro. 56, p. 92) hierzu, dass bei Pflanzen, deren Honig so zwischen völlig offener und versteckter Lage schwankt, ein gleiches Schwanken des Saftmales sehr natürlich sei, so dass dies kein Einwurf gegen Sprengels Deutung sein könne, zumal noch keine andere Deutung an ihre Stelle zu setzen versucht worden sei."

1. Saxifraga Huetiana Boiss. (Taf. VII, Fig. 185 und 186.)

Die Blütheneinrichtungen dieser und der meisten folgenden Arten der Gattung *Saxifraga* sind noch unbekannt. Ich werde darum dies nicht jedesmal am Eingang besonders bemerken, sondern nur bei den wenigen bereits beschriebenen Formen die vorhandene Litteratur unter Verweis auf das Litteraturverzeichnis nennen. — Ich untersuchte die Blüthen von *S. Huetiana Boiss.* am 4. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

Die gelben, unten etwas dunklern und mit einem schwachen Nagel versehenen Petala spreizen anfangs bis zu einem Blüthendurchmesser von 7, später bis zu einem solchen von 9—10 mm auseinander. Die kleinen hellgrünen Kelchblätter sind im zweiten, weiblichen Stadium etwas nach hinten zurückgeschlagen. Der den völlig oberständigen Fruchtknoten unten umgebende schmale, wulstige Ring, der den Nektar sezerniert, ist vom Stempel durch eine Rinne und durch etwas andere, dunklere Färbung deutlich abgetrennt.

Die Blüthen der Gattung *Saxifraga* sind alle obdiplostemonisch, wie diejenigen der oben besprochenen *Crassulaceen*, d. h. die äussern Staubgefässe stehen vor den Kronblättern, die innern vor den Kelchblättern. Die Differenz in der Höhe der Insertion der beiden Staubblattkreise ist hier aber lange

nicht so bedeutend, wie bei den Blüthen von *Sedum* oder *Sempervivum*, meist sogar überhaupt nicht wahrnehmbar.

Bei allen Arten der Gattung neigen sich immer zuerst die kelchständigen Staubblätter zum Zwecke des Stäubens nach innen und hernach die kronständigen. Innerhalb dieser beiden Kreise existiert dann wieder eine bestimmte, gleichbleibende Reihenfolge, in welcher sich die Antheren öffnen. Diejenigen Kronblätter, welche den zuerst stäubenden Antheren opponiert sind, pflegen sich auch zuerst zu öffnen und sind sehr oft bei Beginn der Anthese auch etwas grösser, als die übrigen, so dass die Blüthen dann einen asymmetrischen Bau zeigen. Wie bereits bemerkt, bleiben alle diese Verhältnisse bei sämmtlichen Arten im Wesen immer dieselben, im Grade ihrer Ausbildung aber kommen alle nur möglichen Abstufungen vor. So kann die zeitliche Differenz im Aufbrechen der beiden Staubblattkreise sehr gross sein, so dass das erste Kronstaubblatt seine Thätigkeit erst eröffnet, wenn alle Kelchstaubblätter entleert, verdorrt oder abgefallen sind und bereits die centripetalen Bewegungen, von denen unten noch die Rede sein wird, vollendet haben. In solchen Blüthen ist dann gewöhnlich der zeitliche Unterschied zwischen dem Stäuben der einzelnen Staubblätter innerhalb eines Kreises gering, so dass also zuerst alle kelchständigen Staubblätter ziemlich gleichzeitig nach innen wandern und sich öffnen, und hernach in gleicher Weise alle kronständigen. In andern Blumen, z. B. in denen der vorliegenden Art, ist der Unterschied zwischen den beiden Kreisen verschwindend gering, dagegen die zeitliche Differenz im Aufbrechen der einzelnen Antheren sehr gross, so dass die beiden Staubblattkreise gleichzeitig oder doch nur ganz kurze Zeit nacheinander, und zwar jeder in seiner gewöhnlichen Reihenfolge, in Funktion treten. — Zwischen diesen beiden Extremen kommen, wie bereits bemerkt wurde, alle möglichen Uebergänge vor. — Nach diesen Erörterungen wird es mir möglich sein, bei Besprechung aller folgenden Arten jeweilen nur kurz auf diese Erscheinungen aufmerksam zu machen. Nur bei der Schilderung der Geschlechterentwicklung von *Saxifraga aizoides L.*, die ungefähr eine Mittelstellung zwischen den beiden genannten Extremen einnimmt, werde ich die oben erwähnte Reihenfolge innerhalb jedes einzelnen Staubblattkreises ausführlicher beschreiben, da ich sie dort durch zahlreiche Beobachtungen zuerst festgestellt habe. Wir werden dann finden, dass diese Reihenfolge, die ich später bei allen andern Arten, soweit sie überhaupt deutlich hervortritt, wahrnahm, etwas von der bereits von Engler (Nro. 17) angegebenen Verstäubungsfolge in den Blüthen von *Saxifraga* abweicht.

S. Huetiana Boiss. blüht sehr stark protrandrisch. Wenn der letzte der dünnen Staubfäden, die immer nur ganz kurze Zeit über das Blüthencentrum geneigt bleiben, wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgekehrt ist, so beginnen sich die beiden Griffel oben mit Narbenpapillen zu versehen und auswärts zu neigen. Da dann die nur noch ganz kurze Zeit weiter stäubenden Antheren ganz aussen bei den Kronblättern liegen, so ist Selbstbestäubung ausgeschlossen. Selten kommt es vor, dass die Narben bereits ausgebildet sind, wenn die letzte Anthere noch über dem Blüthencentrum steht und dass dann etwa Berührung und Selbstbestäubung eintritt. — Wenn die Staubblätter nach aussen zurückgegangen sind, so bleiben sie dort stehen. Ein zweites Einwärtsbewegen aller oder einzelner Staubfäden, welches sonst bei der Gattung *Saxifraga* sehr häufig ist, kommt hier nicht vor. Es würden hier auch derartige Bewegungen am Schluss der Anthese keine Autogamie mehr herbeiführen können.

2. Saxifraga tridactylites L. (Taf. VII, Fig. 187 und 188.)

Diese Art wurde bereits blüthenbiologisch untersucht von Sprengel (No. 63a) und H. Müller (No. 57), ferner auch von Kirchner (No. 34), Kerner (No. 29) und Warnstorf (No. 71). — Ich beobachtete die Blüthen Anfangs August 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Der Kelch dieser unscheinbaren, an der Pflanze weit voneinander abstehenden Blümchen ist dicht mit rel. langen Drüsenhaaren bekleidet. Die schlanken, weissen, mit einer grünlichen Mittelader versehenen und auch am Grunde grün gefärbten Blumenblättchen öffnen sich selten ganz. Wenn sie gerade nach oben gerichtet sind, so hat die ganze Blüthe eine Höhe (von der Wurzel des Blüthenstiels bis zu den Spitzen der Petalen) von 3—4, einen Durchmesser von ca. 2 mm. Der dicke, unterständige Fruchtknoten sondert auf seiner Oberseite, um die beiden etwas voneinander entfernt stehenden Griffel herum,

den Nektar ab. Infolge der kleinen Oeffnung der Krone und des Anpressens der Staubfäden an die Wurzeln der Griffel ist der Honig von oben gewöhnlich nicht sichtbar.

Die Geschlechterentwicklung scheint sehr rasch unter äussern Einflüssen sich abzuändern: Nach Linné und Sprengel sind die Blüthen protrandrisch mit Zwischenstadium, nach H. Müller schwach protogyn mit früh eintretender Autogamie, nach Kirchner im Garten zu Hohenheim ebenfalls protogynisch, am Monte Baldo dagegen protrandrisch mit sehr verschieden grossen Blüthen, an denen der Blüthendurchmesser bis auf 4 mm herabsank, nach meinen Beobachtungen ebenfalls schwach protogynisch mit sehr früh und regelmässig eintretender Selbstbefruchtung durch Anlegen einiger oder aller Antheren an die Narben in halb, selten ganz geschlossener Blüthe. Die Blüthen gleichen in manchen Beziehungen denen der unten zu beschreibenden Art *S. luteo—viridis Schott. et Kotschy.*

3. Saxifraga irrigua M. Bieb. (Taf. VII, Fig. 189—192.)

Am 29. April 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die Blüthen bilden eine lockere Inflorescenz. Der Kelch ist grün und dicht mit sehr feinen Drüsenhaaren besetzt. Die Kronblätter besitzen einen langen Nagel, der nur allmählich in die Platte übergeht. Sie sind weiss und tragen drei anfangs rothe, später grüne, etwas oberhalb der Wurzel des Blattes gabelartig zusammenlaufende Adern. Sie öffnen sich gewöhnlich so stark, dass sie sich seitlich nicht mehr berühren. Die Krone ist gegen die zuerst aufspringenden Staubgefässe hin, wenigstens am Anfang der Anthese, stärker ausgebildet. Ihr Durchmesser beträgt in geöffnetem Zustand 15 mm, die Länge der Knospe unmittelbar vor ihrer Oeffnung 9—11 mm.

Der Nektar wird von einem, die Basis der Griffel umgebenden, nicht abweichend von jenen gefärbten Ring abgesondert und ist durch den ziemlich tiefen und unten rel. engen Krontrichter, durch Filamente und Griffel so geschützt, dass er von oben nur selten etwas sichtbar wird. Der Fruchtknoten ist unterständig.

Die innere Staubblattreihe tritt ziemlich später, als die äussere, in Funktion. Jede Anthere stäubt erst, wenn sie infolge einer Bewegung der Basis ihres Filamentes über dem Blüthencentrum angelangt ist. In diesem Stadium sind die Griffel noch nicht entwickelt (Fig. 190 und 191). Erst wenn die Staubgefässe, ganz aussen in der Blüthe in einer Reihe stehend, aufgehört haben zu stäuben, so verlängern sich die Griffel, bis die Narben so hoch stehen, wie vorher die Antheren. Sie beginnen nun auch so stark nach oben zu divergieren, dass die jetzt reichlich mit Papillen bedeckten Narbenköpfe thatsächlich an genau dieselbe Stelle kommen, wo vorher die Antheren stäubten (Fig. 192). Autogamiebewegungen der Staubfäden am Ende der Anthese, die nach dem Gesagten nutzlos wären, wurden thatsächlich auch nie beobachtet.

In der Knospe (Fig. 189 und 189 a) sind die männlichen und weiblichen Organe der Blüthe gleich weit entwickelt; erst unmittelbar vor der Oeffnung der Petala strecken sich die Staubfäden rascher, während die Griffel zurückbleiben. Die Blüthen sind also als stark protogynisch, aber knospenhomogam zu bezeichnen.

Die Blumen neigen zu monströser Entwicklung, Verwachsung von Blüthentheilen und Vergrösserung der Zahl derselben, Verwachsungen von 2 bis mehreren oder vielen einzelnen Blüthen u. s. w.

4. Saxifraga granulata L. (Taf. VII, Fig. 193—198.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits biologisch untersucht von Sprengel (No. 63a), H. Müller (No. 56), Kirchner (No. 34) und Knuth (No. 37). Meine Beobachtungen geschahen am 3. Mai 1901 bei Herrn Fröbel, und am 5.—7. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich.

6—10 Blüthen sind zu einem mässig dichten traubigen Blüthenstand vereinigt. Der Kelch ist dunkelgrün, an den Zipfeln braunroth gefärbt und dicht drüsenhaarig. Die Wurzeln der mit den 3 auch bei andern Arten häufigen Adern versehenen, langen, weissen Kronblätter sind grünlich. Der untere Theil der Krone ist stark röhrig ausgebildet. Da diese ziemlich enge Röhre fast vollständig durch die

Griffel und die Staubbeutel verstopft ist, so ist der ohnehin tief geborgene Honig von oben gar nicht sichtbar. — Der Fruchtknoten ist ganz unterständig.

Auch die von mir untersuchten Blüthen waren ausgeprägt protrandrisch. In der Knospe sind dagegen beide Sexualorgane gleich weit entwickelt (Fig. 194). Die Dichogamie ist so stark, dass Selbstbestäubung ausgeschlossen ist. Autogamiebewegungen am Ende der Anthese kommen nicht vor. — Meine weiteren Befunde stimmen mit den Resultaten der oben genannten Forscher (s. Knuth, Handb. II. 1., p. 450) überein.

5. Saxifraga peltata Torr. (Taf. VII, Fig. 199.)

Im Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel untersucht.

Der untere Theil der ganz zurückgeschlagenen, aussen braun gefärbten Kelchblätter und die Blüthenstiele sind mit vereinzelten, ganz kurzstieligen aber grosskopfigen, rothen Drüsenhaaren versehen. Trotzdem sah ich häufig Ameisen in den Blüthen. Die weissen, oft röthlich angehauchten Blumenblätter besitzen ein sehr feines, stark verzweigtes Aderwerk und spreizen anfangs bis zu einem Blüthendurchmesser von 11, später sogar bis zu einem Kronteller von 14 mm auseinander. Die Staubblätter sind weisslich, die Narben und die Griffel von Anfang an roth gefärbt. Der oberständige Fruchtknoten ist aussen gelblich und sondert dort reichlich Honig ab; ein deutlich vom Gynäceum abgesetzter Nektarring kommt dagegen nicht vor.

Die Staubblätter neigen sich bei Aufnahme ihrer Funktion nur schwach nach innen, meist kippen nur die Antheren etwas vorn über. Die Griffel erreichen beinahe ihre volle Länge schon in der Knospe, sind dann aber noch zusammengelegt, obwohl die mässig grossen, innen konkaven Narbenköpfe dann schon stark ausgebildet, wenn auch noch nicht papillös sind. Die langen Griffel stossen endlich die Kronblätter auseinander, so dass sich die Knospe öffnet. Nun wächst aber das Androeceum viel rascher, und die Staubbeutel beginnen ihren Inhalt zu entleeren, wenn die Griffel zwar schon etwas Papillen tragen, aber meist noch ganz zusammengelegt sind. Die Blüthen von *S. peltata Torr.* sind also eigentlich stark protogynisch, physiologisch jedoch schwach protrandrisch. Es kommen hier ähnliche Ruhepausen in der Entwicklung der Sexualorgane vor, wie bei vielen der früher besprochenen *Cruciferen*blüthen.

Ich fand ziemlich viele Exemplare mit mehr als 5 Blüthentheilen.

6. Saxifraga tenella Wulf. (Taf. VII, Fig. 200 und 201.)

Die Blütheneinrichtungen dieser Art sind schon von Kirchner (No. 34) untersucht; meine Beobachtungen wurden am 31. Juli und 1. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre gemacht.

Kirchners Mittheilungen gelten fast ohne Ausnahme auch für meine Exemplare. Ich kann höchstens noch einiges hinzufügen: Der Durchmesser der Krone meiner Blüthen betrug auch am Ende der Anthese nie 9, sondern nur 6—7 mm, im ersten, männlichen Stadium dagegen nur 2—5 mm. Der hellgrüne Kelch trägt ein sehr feines, dichtes Drüsenhaarkleid, während der Blüthenstiel kahl ist. Die flache, oft sogar vertiefte Oberfläche des unterständigen Fruchtknotens sondert reichlich Honig ab. — Der Grad der Dichogamie war hier ebenso stark, wie an Kirchners Exemplaren, auch beobachtete ich keine centripetalen Bewegungen am Ende der Anthese.

7. Saxifraga ajugaefolia L. (T. VII, Fig. 202—204.)

Mac Leod (No. 52) nennt 4 Fliegenarten, welche diese Blüthen in den Pyrenäen besuchten. — Ich studierte die Bestäubungseinrichtungen dieser Art am 31. Juli und 19. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre.

Kelch und Blüthenstiel sind mit feinen Drüsenhaaren besetzt, Kelchzipfel und Blüthenstiel roth, die lanzettlichen Blumenblätter weiss gefärbt. Nur an der Basis werden die letztern schwach gelblich und zeigen dort auch einige nur schwer sichtbare, grünliche Adern. Ihre Länge beträgt 5—5,5 mm, während der Durchmesser der Blumenkrone im zweiten, ♀ Stadium 8—10 und sogar bis 11 mm beträgt.

Der Nektar wird von einem schmalen, wulstigen, höckerigen Ring, der nur undeutlich von dem

oberständigen Fruchtknoten sich abhebt, ausgeschieden und liegt, besonders im spätern Verlauf der Anthese, wo die Krone flach geöffnet ist, offen da.

S. ajugaefolia L. ist ausgesprochen protrandrisch, doch greifen die beiden Blüthenstadien noch so stark übereinander, dass spontane Autogamie möglich ist. Diese tritt mehr zufällig ein; eigentliche Autogamie herbeiführende Bewegungen der Staubblätter am Schluss der Anthese habe ich trotz der beständig regnerischen Witterung nie wahrnehmen können.

8. Saxifraga aquatica Lap. (Taf. VII, Fig. 105.)

Untersucht am 3. September 1901 nach konservierten Exemplaren aus dem botanischen Garten in Zürich (gesammelt den 16. Mai 1901).

Die weissen Blüthen haben anfangs einen Durchmesser von 8—10, später, und zwar sofort nach der Oeffnung der ersten Staubgefässe, einen solchen von 12—15 mm. Die Länge der Petalen beträgt 7—8 mm. Der Kelch trägt ein dichtes, hellgefärbtes, drüsiges Haarkleid. Der Fruchtknoten ist fast ganz unterständig; die Griffel sind ziemlich kurz, die Narben gross und löffelförmig. Der Nektar wird von der Oberfläche des Fruchtknotens etwas geborgen.

Die Blüthen dieser Art sind so stark protrandrisch dichogam, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Am Ende der Anthese, wenn die Antheren oft schon ganz entleert sind, treten in einzelnen Blüthen noch centripetale Bewegungen der Staubblätter ein, die jedoch nur selten zu der ohnedies unnützen Berührung mit den Narben führen. In einzelnen seltenen Fällen scheint aber in diesem Moment doch Selbstbestäubung vorzukommen.

9. Saxifraga capitata Lap. (S. ajugaefolia × aquatica.) (Taf. VII, Fig. 206.)

Am 9. August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die rein weissen, der Adern entbehrenden, nur unten etwas gelblich getönten Kronblätter haben eine Länge von ca. 5 mm. Der Durchmesser der weit geöffneten Blüthe beträgt 11—13 mm. Der schmutziggrüne, oben etwas bräunlich gefärbte Kelch und der Blüthenstiel sind mit einem sehr feinen drüsigen Haarkleid versehen. — Ein ziemlich breiter, wulstiger Ring auf der Oberfläche des mittelständigen Fruchtknotens sondert den Nektar ab, der ebenso leicht zugänglich ist, wie bei *S. aquatica Lap.* oder *S. ajugaefolia L.*, deren Blüthen doch hypogyn sind. Der Grad der Honigbergung hängt also durchaus nicht davon ab, ob der Fruchtknoten unter- oder oberständig sei.

Ich konnte wegen der vorgerückten Saison nur die zuletzt geöffneten Blüthen untersuchen. Diese waren alle so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen war. Die oft sehr langen Griffel gingen erst auseinander, wenn alle Staubgefässe verstäubt waren. — Ich fand einige Blüthen von *S. capitata Lap.* mit ganz verkümmerten Staubgefässen.

10. Saxifraga Wallacei Mc. Nab. (S. Camposii Boiss. et Reut.) (Taf. VII, Fig. 207 und 208 und Taf. VIII, Fig. 209 und 210.)

Am 4. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel und am 28. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der grüne Kelch besitzt rothe Anflüge. Auch der Blüthenstiel, der, wie der Kelch, sehr kurze Drüsenhaare trägt, ist roth gefärbt. Auf der Kronblättern finden sich 3, seltener 5, anfangs stark rothe, später grün werdende Adern. Die Kronblätter sind im übrigen rein weiss und haben eine Länge von 15—16 mm. — Der Fruchtknoten ist unterständig, der Nektarring in eine kleine Vertiefung versenkt und der Honig darum ziemlich gut geborgen.

Im Knospenstadium sind die beiderlei Sexualorgane in ihrer Entwicklung gleich weit vorgerückt. Aber schon vor dem Oeffnen der Krone strecken sich die Staubfäden rasch. Dies geht dann später noch weiter, bis die Antheren an der Umbiegungsstelle der Petala, d. h. am Ausgang des ziemlich tiefen röhrigen Theils der Krone angelangt sind. Zum Stäuben neigt sich dann jedes Staubgefäss stark nach innen. — Die Narben entwickeln sich erst, wenn nur noch wenige Antheren stäuben (Fig. 209). Autogamie,

wenigstens direkte, ist überdies durch die geringere Länge der Griffel erschwert. — Wenn die Antheren verstäubt sind, so neigen sich auch bald die Griffel wieder zusammen, um dann rasch zu verdorren.

11. Saxifraga canaliculata Boiss. et Reut. (Taf. VIII, Fig. 211—214.)

Am 29. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die weissen Blüthen haben einen Durchmesser von 18—23 mm. Der grüne Kelch trägt grosse, sitzende Klebdrüsen, aber keine Haare. Die Kronblätter besitzen einen undeutlich abgesetzten, zu unterst gelblich gefärbten Nagel mit 3 grünen Längsadern. Der dunkelgelb gefärbte, breite, wulstige Nektarring ist während der ganzen Anthese von oben sichtbar. Die Antheren sind hellgelb gefärbt. Der Fruchtknoten ist unterständig.

Schon in der Knospe beginnen sich die ersten Staubbeutel zu öffnen. Es bestehen erhebliche zeitliche Differenzen im Stäuben der einzelnen Staubblätter, nicht aber zwischen den beiden Staubblattkreisen. Erst wenn die Antheren verdorrt oder abgefallen sind, bewegen sich auch die beiden Griffel nach aussen.

12. Saxifraga trifurcata Schrad. (Taf. VIII, Fig. 215—218.)

Am 30. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die grünen Kelchblätter sind mit Ausnahme ihrer obersten Spitzen dicht mit kurzen Drüsenhaaren besetzt, ebenso die Blüthenstiele. Die ovalen, 6—7 mm langen, weissen, nur an der Basis etwas grünlich getönten Blumenblätter, welche 3 gabelige, jedoch nur schwer sichtbare Adern besitzen, bilden eine Krone von 9—11 mm Durchmesser, die sich nie vollständig ausbreitet, sondern trichterförmig bleibt und so den Nektar etwas birgt. Dieser ist jedoch bei näherem Zusehen an einzelnen Stellen immer von oben sichtbar.

Die Blüthen sind so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen ist. Schon in der Knospe beginnen die ersten Antheren zu stäuben. Während der Dauer des männlichen Stadiums (Fig. 215) ist unten in der Blüthe erst die Anlage zum Gynäceum als eine Vorragung des Blüthengrundes wahrzunehmen. Die Funktion des Andröceums geschieht mit grosser zeitlicher Differenz zwischen den beiden Kreisen, mit mässiger zwischen den einzelnen Staubgefässen.

13. Saxifraga pedemontana All. (Taf. VIII, Fig. 219.)

Anfangs Juni im Garten von Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die Blüthen dieser Art sind, wie bereits Kirchner (Nro. 34) mittheilt, etwas kleiner, aber sonst sehr ähnlich gestaltet, wie diejenigen der unten beschriebenen *S. decipiens Ehrh.* Der Blüthenstiel und der mit kurzen, aufrechten Zipfeln versehene Kelch tragen ein mässig dichtes Kleid von kurzen, weisskopfigen Drüsenhaaren. „Die weissen, mit 3 grünlichen (in meinen Blüthen waren sie anfangs roth) Längsadern versehenen Kronblätter breiten sich zu einem Blüthendurchmesser von 11 mm auseinander“ (Kirchner). Die Krone bildet aber hier einen tiefern und nach unten engern Trichter, als bei der oben zum Vergleich genannten Art, ja sie kann sogar bereits als röhrenförmig bezeichnet werden. Der von einer ganz kleinen, epigynen Scheibe abgesonderte Honig ist darum hier viel besser geschützt, als in jenen Blüthen und von oben nur selten sichtbar.

Ueber die Entwicklung der Sexualorgane dieser Blüthen sagt Kirchner: „Sie zeigen dieselbe ausgeprägte Protrandrie, wie zahlreiche andere Arten mit den entsprechenden (centripetalen) Bewegungen der Staubblätter und ohne die Möglichkeit spontaner Selbstbestäubung.“ Dies gilt auch für die von mir beobachteten Exemplare. In der Knospe waren dieselben homogam, d. h. die beiden Sexualorgane waren dort im Wachsthum gleich weit vorgeschritten. Selbst unmittelbar vor der Oeffnung der Krone und dem Beginn der Stäubung sind die beiden noch eng aneinander liegenden Griffel nur wenig kürzer, als die Staubfäden. Jene bleiben nun aber lange auf diesem Entwicklungsstadium stehen, während das Andröceum seine Funktion ausübt. Die Narben bilden sich erst, wenn kein Pollen mehr vorhanden ist. An manchen Blüthen beobachtete ich sogar ein neutrales Zwischenstadium.

14. Saxifraga decipiens Ehrh. (Taf. VIII, Fig. 220—222.)

Es liegen bereits blüthenbiologische Angaben über diese Pflanze vor von Warming (No. 70) aus Grönland und eine Besucherliste von Loew (No. 46) aus dem botanischen Garten zu Berlin. — Ich habe die Blumen am 2. Mai 1901 im botanischen Garten in Zürich und anfangs Juni 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel daselbst hinsichtlich ihrer Bestäubungseinrichtungen untersucht.

Der an einigen Stöcken etwas gelblichgrüne, an andern grüne, mit bräunlichen Spitzen versehene Kelch trägt ein dichtes Kleid aus dunkelgeknöpften Drüsenhaaren, unter welche aber oft auch noch gewöhnliche Haare eingemischt sind. Dieses Haarkleid wird gegen die Spitze der Kelchzipfel hin dünner. — Der Durchmesser der noch nicht völlig geöffneten Blüthe beträgt 7—8, die Höhe derselben ca. 10 mm; die Länge des Kronblattes beläuft sich auf 6—9 mm. Dasselbe ist gewöhnlich breit und stumpf, seltener etwas länglich geformt, besitzt keinen Nagel und trägt 3 deutliche, selten 3 stärkere und 2 schwächere Längsadern, die sich etwas oberhalb der Blattwurzel vereinigen. Im übrigen sind die Petalen rein weiss, höchstens zeigt ihre Wurzel einen leichten gelben Anflug. — Die Staubfäden sind kurz; der Fruchtknoten ist unterständig. Die immer etwas nach oben gewölbte Nektarscheibe ist breit entwickelt, da der Blumentrichter unten nicht besonders eng ist. Die Narben sind gross und löffelförmig.

In der Knospe schreiten auch hier beide Sexualorgane gleich rasch in ihrem Wachsthum vor, doch verstärkt sich die Streckung des Androeceums schon vor der Oeffnung der Krone sehr stark, so dass das Gynäceum jenem gegenüber in der Länge zurückbleibt. — Wenn schon alle Staubgefässe verdorrt sind und weit aussen in der Blüthe stehen, so sind die beiden Griffel noch zusammengelegt. Die Blüthen dieser Art sind demnach noch stärker dichogam, als diejenigen von *S. pedemontana All.* Zwischen das männliche und das weibliche Stadium ist hier noch ein kurzes neutrales, d. h. ungeschlechtliches Zwischenstadium eingeschaltet.

Ein im Garten des Herrn Fröbel wachsender Stock, der wahrscheinlich nicht der Vulgärform des polymorphen Typus *S. decipiens Ehrh.* angehört, wie die oben beschriebenen Exemplare, trug schwächer protrandrische Blüthen. Die beiden Stadien griffen hier noch stark übereinander und am Schluss der Anthese trat Autogamie durch centripetale Bewegungen einzelner Staubfäden ein.

Nach Warning (Nro. 70) sind die Blüthen von *S. decipiens Ehrh. (caespilosa auct. non L.)* in Grönland homogam und üben Autogamie aus. Der Nektar liegt ganz offen.

15. Saxifraga latifolia Ser. (Taf. VIII, Fig. 223 und 224.)

Anfangs Juli 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die Blüthen stehen in dichten, scheintraubigen Inflorescenzen. Die grünen, am Ende des ersten, weiblichen Zustandes sich vertikal nach unten zurückschlagenden Kelchblätter sind mit wenigen kurzen, dunkeln Drüsenhaaren besetzt. Die weisslichgrünen Kronblätter lassen nur 3 ganz schwache Längsadern erkennen. Der Durchmesser der Krone beträgt 7—8, die Länge der Petalen 3 mm. Der zum grössten Theil unterständige Fruchtknoten sondert auf seiner wulstigen Oberfläche den Nektar ab.

Die Blüthen von *S. latifolia Ser.* sind so stark protogynisch, dass Autogamie fast sicher ausgeschlossen ist: Wenn das erste Staubgefäss geöffnet und kaum ein wenig nach innen geneigt ist, so beginnen die Narben schon zu verwelken (Fig. 223).

16. Saxifraga palmata Lap. (S. geranioides L.)

Im Juni 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch trägt dicht stehende, gross- und weisskopfige Drüsenhaare. Die weissen, mit 3 grünlichgelben Längsadern und einem langen aber nicht scharf abgesetzten Nagel versehenen Kronblätter erreichen eine Länge von 11—15 mm. Der Nektar, von der höckerigen Oberfläche des gänzlich unterständigen Fruchtknotens abgesondert, wird anfangs schwach, später gar nicht mehr bedeckt.

Die Blüthen sind ziemlich schwach protrandrisch: Wenn die schlanken Griffel mit den sehr grossen, löffelförmigen Narben noch zusammengelegt aber bereits mit empfängnissfähigen Enden ver-

sehen sind, so sind erst einzelne Staubgefässe verwelkt, andere noch im vollen Stäuben begriffen und einige sogar noch ganz geschlossen. Autogamie ist möglich und wurde am Ende der Anthese auch beobachtet.

17. Saxifraga ceratophylla Willd. (S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw.)

(Taf. VIII, Fig. 225.)

Anfangs Juni 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Der Kelch ist dicht mit weissknopfigen Drüsenhaaren bekleidet. Die weissen, mit 3 oder 5 gelblichen Längsadern gezeichneten Kronblätter sind 7 mm lang. Der Nektar wird von einem schwach dunkler gefärbten breiten Ring abgesondert und ist anfangs von oben kaum sichtbar, weil die Krone längere Zeit nur halb geöffnet ist und dann einen nach unten ziemlich eng zulaufenden Kegel oder Trichter darstellt.

Die Staubblätter verstäuben ziemlich langsam nacheinander. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig. Die löffelförmigen Narben sind noch zusammengelegt, wenn schon kein Pollen mehr in den vertrockneten Staubbeuteln enthalten ist. Ich fand daneben aber auch noch andere, schwächer dichogame Blüthen, in denen zufällig etwa spontane Selbstbestäubung zu Stande kam. Eigentliche Autogamiebewegungen der Staubblätter habe ich aber auch hier nie beobachtet. — Ich fand mehrere Exemplare von Blüthen mit theilweise verkümmerten Staubblättern.

18. Saxifraga „rosulario“ hort. (S. rosularis Schott. ?) (Taf. VIII, Fig. 226.)

Eine so bezeichnete, nicht näher bestimmte Form wurde am 20. Mai 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Kelch und Blüthenstiel sind dicht mit langen, hell gefärbten Drüsenhaaren bekleidet. Der Krondurchmesser beträgt ca. 12 mm. Die ovalen, weissen, mit 3—5 schwachen Adern versehenen Kronblätter sind 6—7 mm lang. Die kurzen Filamente biegen sich beim Beginn des Stäubens wie bei *S. peltata Torr.* mehr an ihrem obern Ende als unten. Der Fruchtknoten ist unterständig, seine den Nektar sezernierende Oberfläche sogar etwas eingesenkt. Der Nektar liegt offen da, weil die Krone sich nach unten nicht verengert und immer stark geöffnet ist und weil die schwache oder gar nicht vorhandene Bewegung der Staubfäden keine Deckung bewirken kann.

Es bestehen starke zeitliche Differenzen in der Funktion der einzelnen Staubblätter, nicht aber zwischen den beiden Kreisen. Die Blüthen sind protrandrisch, doch ist Autogamie nicht gänzlich ausgeschlossen, da noch 1- 3 Antheren ganz geschlossen sind und ca. 4 stark stäuben, wenn die Narben bereits ausgebildet und die beiden Griffel auseinandergeneigt sind. Ich sah dennoch nie Selbstbestäubung eintreten, da die Staubfäden sich gewöhnlich nicht genügend mit nach innen bewegen und bedeutend länger als die Griffel sind. Spontane Selbstbestäubung kommt wahrscheinlich nur etwa durch Zufall zu Stande.

Wie bei sehr vielen verwandten Arten öffnen sich die Endblüthen der Inflorescenz viel früher, als die übrigen: Wenn jene am Ende des zweiten Stadiums anlangen, sind die übrigen meist noch geschlossen.

19. Saxifraga Churchilli hort. (Taf. VIII, Fig. 227–229.)

Die im Garten des Herrn Fröbel so bezeichneten Pflanzen untersuchte ich am 30. April, 3. u. 5. Mai 1901. Diese Form ist auf jeden Fall nahe verwandt mit *S. decipiens Ehrh.*, wahrscheinlich sogar identisch mit irgend einer Unterart oder Abart jenes polymorphen Typus. (Wie in den andern Fällen, wo ich keine genauere Bestimmung mehr durchführte, wird es mir jederzeit möglich sein, dieselbe durchzuführen.)

Die Blüthen bilden dichte Inflorescenzen. Die Endblüthe öffnet sich lange vor den andern und ist auch etwas grösser. — Der wenig tief gespaltene, grüne Kelch zeigt auf einer Seite gewöhnlich einen leichten, bräunlichen Anflug und trägt ganz kurze, dichte, dunkel gefärbte Drüsenhaare. Die Krone hat eine Oeffnung von ca. 12 mm und eine Höhe von 8—10 mm. Die Petala sind rund bis länglichrund und besitzen gar keine deutlich abgesetzten Nägel. Drei nach unten gabelig sich vereinigende Linien von grüner Farbe, sowie die grünliche Färbung der Basis der Blumenblätter wirken als schwacher Schauapparat.

Die Staubfäden tragen, wie bei allen andern Arten, dicke, introrse, basisfixe Antheren und sind in 2 Kreisen angeordnet. Der unterständige Fruchtknoten geht nach und nach in die beiden Griffel über. Er ist umgeben von einem den Nektar absondernden, schwach vertieften Ring, gegen den er wiederum nur undeutlich abgesetzt ist. Ausserhalb dieses Nektarringes stehen die Filamente. Zwischen je 2 Filamentwurzeln springt das Nektarium, wie bei den meisten Arten, etwas nach aussen vor. Der Nektar ist nur am Anfang der Anthese, wo die Krone noch nicht weit geöffnet ist, einigermassen gut geschützt, sonst aber nur wenig geborgen.

Die Blüthen dieser Pflanze sind ausgeprägt protrandrisch. Beim Beginn des Oeffnens der Krone (Fig. 228) sind die Staubfäden noch ganz kurz, das Gynäceum aber ist noch gar nicht sichtbar. Wenn 2—3 Staubblätter des äussern Kreises in Thätigkeit getreten sind, so öffnen sich in mässig langsamer Reihenfolge auch die andern. Wie immer richtet sich jedes Staubblatt vor dem Stäuben auf, bis seine Anthere nahezu über der Mitte der Krone steht, und streckt sich unterdessen noch bis zu seiner definitiven Länge. Dadurch wird die unterdessen als kleiner Höcker auf dem Blüthenboden aufgetretene Anlage der Griffel dem Blick von oben zum Theil entzogen. Da sich das Andröceum langsam entwickelt und jedes Staubblatt nach Vollendung seiner Thätigkeit wieder nach aussen geht, so stehen nie mehr als etwa 3 Staubgefässe aufgerichtet über dem Blüthencentrum. Wenn die letzten Antheren verstäubt sind, so lassen sich an der Anlage des Gynäceums bereits deutlich die beiden Griffel unterscheiden. Diese sind aber noch eng aneinander gepresst oder sogar übereinandergelegt und tragen noch keine Narben. Auch haben sie ihre endgültige Länge, die gleich derjenigen der Staubfäden ist, noch nicht erreicht. Obwohl also durchaus keine spontane Autogamie möglich ist, so sieht man doch häufig, unmittelbar bevor die Antheren der wieder ganz zurückgelegten Staubfäden ihren letzten Rest von Blumenstaub verlieren, mehrere Staubblätter sich aufrichten und über das Centrum der Blüthe neigen. Diese Erscheinung tritt auch bei andern Arten häufig ein und ist in den Fällen, wo sie keinen Erfolg mehr haben kann, wohl als Atavismus aus einer Zeit mit schwächerer Dichogamie aufzufassen. — Bei *S. Churchilli hort.* kommt übrigens diese Erscheinung durchaus nicht an allen Blüthen vor. — Nachdem die Narben abgestorben sind, beginnt der Fruchtknoten anzuschwellen.

Die von mir bei Herrn Fröbel untersuchten Exemplare variierten ziemlich stark in Bezug auf die Zahl der Blüthentheile.

20. Saxifraga globulifera Desf. (S. granatensis Boiss. et Reut.)

Am 29. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der Kelch der völlig epigynen Blüthen trägt sehr kurzgestielte Drüsenhaare. Die Form der Krone ist glockig, ihr Durchmesser beträgt ca. 16 mm. Die Krone ist aber lange nicht so tief und unten nicht so eng, wie bei *S. pedemontana All.* Dennoch ist die dunkelgrüne Nektarscheibe von oben nur schwer sichtbar. Die Petala sind weiss und besitzen je drei nach unten konvergierende und etwas über der Basis sich vereinigende Längsadern. Der Krondurchmesser beträgt ca. 16 mm.

Die zeitliche Differenz im Aufbrechen der einzelnen Staubgefässe ist verschwindend gering, diejenige zwischen den beiden Staubblattkreisen dagegen bedeutend. Die Blüthen sind ausgeprägt protrandrisch, jedoch nicht so stark, wie z. B. bei *S. decipiens Ehrh.*: Wenn sich die Staubfäden wieder nach aussen bewegen und ihre Antheren noch Pollenstaub enthalten, so öffnen sich bereits die beiden Griffel. Autogamie wäre dann noch möglich, falls entsprechende Bewegungen der Staubblätter einträten. Diese bleiben aber immer aus. Ich habe überhaupt nie spontane Selbstbestäubung beobachtet.

21. Saxifraga stenophylla Royle. (S. flagellaris Willd.) Taf. VIII, Fig. 230 - 232.)

Ich untersuchte diese ebenfalls mit *S. decipiens Ehrh.* sehr nahe verwandte Form im Garten des Herrn Fröbel in Zürich im Juni 1901.

Der Kelch ist dicht mit kurzen, dichten Drüsenhaaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt 9 bis 10, die Länge der weissen Blumenblätter 4,5—5 mm. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, so

dass die warzige Nektarscheibe, auf der die beiden Griffel sitzen, sogar etwas eingesenkt ist. Die Blüthen gehören zu der Müller'schen Klasse A.

Die Art blüht ebenfalls sehr stark protrandrisch: Während des ersten, männlichen Stadiums stellen die Griffel noch einen kleinen, auf der Nektarscheibe sitzenden Höcker dar. Auch wenn sich die letzten Antheren entleeren, ist das Gynäceum meist noch nicht reif. In vereinzelten Blüthen fand ich allerdings dann schon 2 mit papillösen Narben gekrönte und auseinandergeneigte Griffel. Autogamiebewegungen der Staubblätter kommen aber nicht vor. Gegen Ende der Anthese schliesst sich die Krone meistens wieder etwas, oft so stark, dass sie die Staubblätter an die Griffel anpresst. (Ich beobachtete bei regnerischer Witterung!) Ich sah jedoch auch auf diese Art nur in 2 Fällen sicher Autogamie eintreten, da gewöhnlich die Narben zu dieser Zeit schon tot waren.

22. Saxifraga varians Sieber. (part. S. muscoides auct.) (Taf. VIII, Fig. 233 und 234.)

Wurde am 8. August 1901 am Grossen St. Bernhard untersucht.

Die Blüthen dieser Art erreichten einen Durchmesser von 6—7 mm. Die Blumenblätter sind grünlichweiss, mit grüner oder rother Mittellinie; die Antheren sind innen braungelb, aussen roth gefärbt. Der Fruchtknoten ist stark unterständig, die warzige Nektarscheibe deshalb im Centrum etwas konkav und nur aussen wulstig. Der Nektar ist nicht geschützt.

Wenn die Antheren zu stäuben beginnen, so stellt der obere, freie Theil des Gynäceums nur erst einen kleinen Höcker im Blüthengrunde dar, und wenn jene am Ende ihrer Thätigkeit angekommen sind, so sind die Griffel wenigstens immer noch nicht auseinandergespreizt. Autogamie ist also ausgeschlossen. Es kommen auch keine Autogamiebewegungen der Staubblätter vor.

Ich fand auf verschiedenen Stöcken biologisch etwas voneinander abweichende Exemplare dieser Blüthen. Die einen, besonders auf der Passhöhe häufigen, besassen dünnere und roth gefärbte Blüthenstiele und Kelchblätter, etwas kleineren Blüthendurchmesser und oft röthliche, immer aber deutlich roth gefleckte Petalen. Sie waren stärker protrandrisch als die übrigen, besonders als diejenigen auf der Südseite des Grossen St. Bernhard und in etwas tiefern Lagen beobachteten Exemplare. Auch entwickelten sich die Staubblätter jener kleinern, rothstieligen Blümchen in etwas langsamerer Reihenfolge. Im übrigen unterscheiden sich die beiden Formen gar nicht voneinander. Sie sind um so schwerer voneinander zu unterscheiden, als Uebergänge vorkommen und alle die genannten Verschiedenheiten auch in ihrer stärksten Ausbildung mit Ausnahme der Kelch- und Stielfärbung nur ganz gering sind. — Besonders deutlich ist jedoch zu beobachten, dass alle diese Abänderungen gleichzeitig und immer an allen Blüthen eines Stockes auftreten.

23. Saxifraga paradoxa Kit. (S. moschata Wulf. var. pygmaea Haw.) (Taf. VIII, Fig. 235 und 236.)

Bereits von Kirchner (No. 34) untersucht. Meine Beobachtungen an diesen Blüthen wurden am 18. Mai 1901 bei Herrn Fröbel in Zürich gemacht.

Wie bei vielen andern Arten mit gedrängten Blüthenständen, ist auch hier die Endblüthe stark gefördert. Sie hat 9 mm im Durchmesser, während die übrigen nur 6—7 (nach Kirchner ca. 8) mm messen. Wenn die oberste Blüthe schon am Ende des weiblichen Stadiums angelangt ist, so beginnen sich in den andern erst die Antheren zu öffnen. — Der hellgrüne Kelch trägt nur an seiner Basis einige Drüsenhaare, der Blüthenstiel jedoch ist reichlicher mit solchen versehen. Die 4—5 (nach Kirchner 3) mm langen, weissen Petala haben eine gelbliche Basis und eine kaum sichtbare Mittellinie und sind nie so stark geöffnet, wie an Kirchners Exemplaren. Der Fruchtknoten ist unterständig, der breite Nektarring aber doch gewöhnlich noch ganz schwach erhöht, oft aber auch flach oder sogar etwas konkav. Der Honig wird nur zeitweise etwas geborgen.

Ich fand die Blüthen, gleich wie Kirchner, so ausgeprägt protrandrisch dichogam, dass spontane Selbstbestäubung ausgeschlossen war. Die Differenz im Aufbrechen der beiden Reihen von Staubgefässen ist ziemlich gering.

24. Saxifraga stellaris L. (Taf. VIII, Fig. 237.)

Kleinere Daten liegen vor von Schulz (No. 63), Ekstam, Lindmann und Warming. Ausführlicher wurden die Blüthen von H. Müller (No. 56) beschrieben. Ich untersuchte sie am 8. August 1901 beim Hospiz auf dem Grossen St. Bernhard.

Der kahle, grasgrüne Kelch ist von Anfang an stark zurückgeschlagen, so dass seine Blätter dem Blüthenstiel eng anliegen. Der Krondurchmesser beträgt 7—9 mm. Die im spätern Verlauf der Anthese sehr häufig abfallenden Blumenblätter sind weiss, tragen aber nahe ihrer Basis 2 dreieckige bis runde, chromgelbe Flecken. Das Gynäceum ist weiss, die Antheren sind rostfarben; der von einem schmalen, rothbraunen Nektarring an der Basis des ganz oberständigen Fruchtknotens abgesonderte Honig ist gar nicht geschützt. Die letztern Verhältnisse sind jedoch schon durch die Beobachtungen H. Müllers bekannt geworden.

Die Staubblätter treten, wie an Müllers Exemplaren, fast gleichzeitig in Funktion, und zwar beginnen sie sich meistens schon in der Knospe zu öffnen. Sie neigen bei Beginn ihrer Thätigkeit nur schwach nach innen. Das Auseinanderspreizen der Griffel und die Narbenbildung an ihren Enden beginnt, wenn sich noch alle Staubblätter in Funktion befinden, so dass Autogamie durch Zufall möglich ist. Sie tritt übrigens am Schluss der Anthese durch centripetale Bewegungen einzelner Staubblätter sehr oft mit grösserer Sicherheit ein. Meine Blüthen waren nach dem Gesagten bedeutend weniger dichogam, als die von H. Müller ebenfalls in den Alpen beobachteten. Dies beweist, zusammen mit den Angaben von Ekstam, Lindmann und Warming, welche von homogamen und protogynen Blüthen berichten, dass die Bestäubungseinrichtungen dieser Art sehr starke lokale Abänderungen aufweisen. — In meinen Blüthen enthielten die Staubbeutel meistens noch Pollenkörner, wenn die Narben schon tot waren.

25. Saxifraga capillaris h. (Taf. VIII, Fig. 238–242.)

Ich untersuchte die im Garten des Herrn Fröbel in Zürich so bezeichnete und wahrscheinlich mit der zuletzt beschriebenen Art sehr nahe verwandte Form, ohne sie genauer zu bestimmen, am 16. Mai 1901.

Der Durchmesser der weit geöffneten Blüthen im ersten Stadium beträgt 10—12 mm. Die Kelchblätter sind nur etwa $^1/_4$—$^1/_6$ so lang wie die Petalen. Sie sind kahl und von grüner Farbe und während des ersten Stadiums der Anthese nach unten zurückgeschlagen. Die Blumenblätter haben eine Länge von durchschnittlich 6 mm. Sie sind weiss, besitzen eine kaum sichtbare Mittellinie und deutliche, grosse, im ersten Stadium roth, im zweiten gelb gefärbte, unregelmässig in der Mitte des Blattes angeordnete Punkte und eine grünliche Wurzel. — Der den kleinen, oberständigen Fruchtknoten umgebende Nektaring ist ganz schmal und sondert den Honig frei sichtbar ab. Die langen, dünnen Filamente richten sich bei Beginn des Stäubens ihrer Anthere auf und legen sich nachher wieder an die Krone an.

Die Blüthen von *S. capillaris h.* sind ausgeprägt protrandrisch. Zwischen die beiden Zustände der Blume ist sogar ein ziemlich langes neutrales Zwischenstadium eingeschaltet. Autogamie ist also durchaus unmöglich. Die Antheren beginnen schon vor der Oeffnung der Corolle zu stäuben (Fig. 241); indem sich dabei die Staubfäden rasch strecken, wird die Krone auseinandergedrängt. Wenn die Staubblätter, deren beide Kreise eine erhebliche zeitliche Differenz aufweisen, verstäubt sind, so beginnt das jetzt noch ganz kleine und unentwickelte Gynäceum sich etwas zu vergrössern, die Griffelanlagen erscheinen rasch, breiten sich, wenn sie länger geworden sind, auseinander und erhalten Narben. Die Antheren waren schon vor dem Sichtbarwerden der Griffel leer und sind nun abgefallen. Gleichzeitig wendet sich der Blüthenstiel, so dass die Blume hängend wird (Fig. 239). Dieser Vorgang vollzieht sich jedoch nicht immer. Die Kelchblätter legen sich nun wieder an die Krone an, die Petalen schlagen sich nach unten um, und die rothen Punkte werden schön gelb. An Stelle der rothen Antheren und der dünnen Filamente stehen jetzt nur noch die letztern. An ihren Enden stark angeschwollen und weisslich geworden, breiten sie sich nach oben sternförmig aus (Fig. 239). Der untere Theil des Gynäceums mit dem Nektarring hat sich gelb gefärbt, die übrigen Theile sind grün geblieben. Die Blüthe sieht in diesem neuen Kleid ihrem Anfangsstadium (Fig. 238) kaum mehr ähnlich. Sie ist kleiner und hängend geworden, und alle ihre Formen und

Farben, mit Ausnahme des Weiss' der Krone, haben sich verändert. — Weder bei der Krümmung des Blüthenstieles noch bei irgend einer andern der beschriebenen Veränderungen sind Welkungserscheinungen bemerkbar, — dauert doch die Anthese nach diesen Veränderungen noch längere Zeit! Ich unterlasse es absichtlich, hier und in andern ähnlichen Fällen auf die Bedeutung dieser Erscheinungen zur Anlockung der Blumengäste und zur Unterscheidung der beiden Stadien hinzuweisen, weil dies jeder Leser ohne Mühe selbst thun kann und weil anderseits gerade die Bedeutung der Formen und Farben der Blüthen in neuerer Zeit wiederholt bezweifelt worden ist. Ich habe mich letzten Sommer öfter mit dieser Frage beschäftigt und zahlreiche sie beantwortende Experimente und Beobachtungen gemacht, auf die ich in einer spätern Arbeit zu sprechen kommen werde. Vorläufig beschränke ich mich aber darauf, derartige „Schauapparate" ausführlich zu beschreiben, ohne ihre Bedeutung im Haushalt der Natur angeben zu wollen.

26. Saxifraga aspera DC. (Taf. IX, Fig. 243—246.)

Die Blüthen wurden bereits von H. Müller (No. 56) biologisch untersucht. Meine Mittheilungen beschränken sich auf die Angabe neuer Daten und beziehen sich auf Pflanzen, die ich Anfangs August 1901 in Bourg-St.-Pierre und am Grossen St. Bernhard untersuchte.

Der Kelch ist kahl oder nur mit wenigen Drüsenhaaren versehen. Die den zuerst aufbrechenden Staubgefässen opponierten Kronblätter sind grösser, als die andern. Die Punkte auf den Petalen bleiben bei einzelnen Exemplaren immer roth, bei andern werden sie später gelb, und bei manchen sind sie von Anfang an gelb gefärbt. Viele Blüthen haben oben rothe und gegen die Basis hin gelbe Punkte. Auf solche beziehen sich auch unsere Figuren. Die meist weissen Petalen zeigen aber oft auch einen gelblichen Anflug.

In jungen Knospen ist das Gynäceum eher stärker entwickelt, als das Andröceum. Später aber sind diese Blüthen, gerade wie Müllers Exemplare, protrandrisch mit neutralem Zwischenstadium; Autogamie ist also ausgeschlossen.

27. Saxifraga bryoides L. (Taf. IX, Fig. 247—250 a.)

Wie bei voriger Art wurde die Protrandrie zuerst von Engler (No. 17) nachgewiesen. Nach Kerner (No. 29) dauert die Blühzeit 8 Tage. Ausführliche Untersuchungen dieser Blüthen verdanken wir H. Müller (No. 56). Meine Beobachtungen wurden am 8. August 1901 auf dem Grossen St. Bernhard ausgeführt.

Die wie bei *S. aspera L.* immer aufgerichteten Kelchblätter sind grün, oft braun gestrichelt und mit wenigen kurzen, kleinköpfigen Drüsenhaaren versehen. Die Blumenblätter sind 5—6 mm lang und schmäler, als bei voriger Art. Sie sind, wie diejenigen an Müllers Exemplaren, gelb gesprenkelt. Der Krondurchmesser beträgt 6—7, später 9 bis 10 mm. Die Griffel sind von Anfang an bräunlich gefärbt, der oberständige Fruchtknoten ist grün. Die Blüthen gehören nach Müller zur Klasse AD, wie diejenigen von *S. aspera L.*

Umgekehrt, wie bei den von mir beobachteten Blüthen von *S. aspera L.* ist hier die zeitliche Differenz im Stäuben der einzelnen Antheren bedeutender, als diejenige zwischen den beiden Staubblattkreisen. Meine Exemplare von *S. bryoides L.* blühten schwächer protrandrisch, als Müllers und als diejenigen von *S. aspera L.* Die Stadien griffen noch übereinander. In allen Blüthen kommen am Schluss der Anthese centripetal gerichtete Staubblattbewegungen vor, die aber nur in einigen, mit langlebigem Gynäceum versehenen Exemplaren zur Autogamie führten. Auch schon früher kommt in manchen Blüthen zufällig spontane Selbstbestäubung zu Stande.

28. Saxifraga bronchialis L.

Mitte Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der grüne, auf einer Seite mit braunem Anflug versehene Kelch und der rothe Blüthenstiel tragen kurze, dichtstehende, weisse Drüsenhaare. Die mit 3 zum Theil verzweigten, anfangs rothen, später verbleichenden Adern versehen, 13—14 mm langen, ziemlich schlanken Petalen bilden, obschon sie keine

deutlich abgesetzten Nägel besitzen, eine unten sehr enge, trichterförmige Krone von 20—25 mm Höhe. Die Filamente sind weiss. Das Gynäceum ist unterständig, der Nektarring darum trotz der unten engen Krone ziemlich breit. Der Honig ist gut geborgen. Die Staubfäden sind länger, als die Griffel. Die Narben besitzen auf der Oberseite rinnenförmige Vertiefungen.

Die Blüthen von *S. bronchialis L.* sind ebenfalls stark protrandrisch. Die beiden Geschlechtsstadien greifen nur noch wenig übereinander. Die schon früher mit Narben versehenen Griffel spreizen aber erst stärker auseinander, wenn die Staubgefässe abgefallen oder verdorrt sind, so dass Autogamie ausgeschlossen ist. — Die Knospen sind nur schwach protrandrisch.

29. Saxifraga tricuspidata Retz.

Warming (No. 70) sah in Grönland fast ganz homogame Blüthen mit Selbstbestäubung. Ich studierte die Blüthen dieser Art am 23 September 1901 nach konserviertem Material aus dem Alpengarten von Bourg-St.-Pierre.

Der schmutzig grüne Kelch trägt ziemlich dichtstehende, sehr lange, weisse, mit grossen, runden, röthlichen Enden versehene Drüsenhaare. Die 3—3,5 mm langen, weissen an der Basis gelb gefärbten Kronblätter tragen 3 Adern, die sich ziemlich hoch über der Wurzel des Blattes gabeln. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die gelbe Honigscheibe sogar konkav.

Die Blüthen sind mässig stark protrandrisch. Ich fand auch einige schwach protrandrisch dichogame Blüthen mit fast ganz geschlossen bleibender Krone. Autogamie tritt auch in den am stärksten dichogamen Exemplaren gegen Ende der Anthese immer ein. Während die Filamente ziemlich kurz sind und sich nur ganz wenig nach innen bewegen, spreizen die Griffel im zweiten, weiblichen Stadium sehr stark auseinander und bringen so die grossen, löffelförmigen Narben doch an dieselbe Stelle in der Blüthe, wo vorher die stäubenden Antheren standen. — Ich fand Exemplare mit extrem kleinen Staubblättern. Die Blüthen variieren überhaupt sehr stark.

30. Saxifraga aizoides L. (Taf. IX, Fig. 251 und 252.)

Nach Engler (No. 17) ausgeprägt prodrandrisch. Die Blüthen wurden ferner von H. Müller (No. 56) im Suldenthal, von Warming in Grönland, Spitzbergen und Finmarken (No. 70), sowie von Schulz (No. 63) und Axell (No. 1) so eingehend untersucht, dass ich mich hier darauf beschränken kann, meine neuen oder von den Resultaten jener Forscher abweichenden Befunde anzugeben. Ich untersuchte die Pflanze vom 7.—10. August 1900 auf der Fürstenalp und am Montalin (ob Chur), im September 1900 im Avers und am 10. August 1901 am Grossen St. Bernhard (Wallis).

Die auf der Fürstenalp und Umgebung beobachteten Blüthen waren etwa so gross, wie die Exemplare Müllers. Die Pflanze kommt dort an feuchten, schattigen Hängen sehr zahlreich und häufig vor, viel häufiger als in manchen andern Theilen Graubündens, z. B. im Avers.

Auch bei dieser Art neigt sich jedes Staubblatt vor dem Beginn des Stäubens durch Krümmung der Wurzel des Filaments über das Centrum der Blüthe und geht nach der Entleerung der Anthere ebenso wieder nach aussen. Ich suchte nun bei dieser Art im August 1901 auf der Fürstenalp einmal genau die Reihenfolge des Beginns der Thätigkeit der Staubblätter innerhalb der beiden Kreise durch zahlreiche Beobachtungen zu ermitteln. Die Resultate dieser Beobachtungen sind in den beiden schematischen Darstellungen Fig. 251—252 vereinigt. Das Schema Fig. 251 bezieht sich auf 24, dasjenige in Fig. 252 auf 31 genau untersuchte Blüthen. Andere Fälle, als die in diesen Darstellungen notierten kamen nicht vor. Diese beiden Schemata Fig. 251 und 252 sind so konstruiert worden, dass das immer zuletzt aufspringende und in allen jüngern Blüthen durch seine Kürze auffallende kelchständige Staubblatt gegen den Beobachter, in der bildlichen Darstellung also nach unten gewendet wurde. Befindet sich dann das Deckblatt, resp. (für der Endblüthe) die nächstuntere Blüthe schief links vorn, so verläuft die Spalte zwischen den beiden Fruchtblättern, die in den Diagrammen durch einen schiefen Strich im centralen runden Feld, welches das Gynäceum darstellt, angedeutet ist, von rechts oben nach links unten, und das zuerst sich öffnende Kelchstaubblatt ist nun dasjenige links oben und die Blüthe entspricht der Darstellung in Fig. 251. Wenn dagegen das Deckblatt rechts steht und die Spalte von links oben nach rechts unten verläuft, so bricht zuerst die Anthere des Kelchstaubblattes rechts oben auf und die ganze übrige Reihenfolge des Stäubens der An-

theren dieses Staubblattkreises, die aus Fig 252 abgelesen werden kann, wird dadurch so geändert, dass das jetzt entstehende Bild symmetrisch zu dem ersten ist. Es kommen also zwei gewissermassen enantiomorphe Blüthenformen vor. Dies gilt auch in Bezug auf das Stäuben des innern Kreises, wie aus den beiden Darstellungen zu ersehen ist. Es bleibt nun nur noch zu bemerken, dass die erste Anthere des innern Kreises zu stäuben beginnt, wenn das dritte oder vierte äussere Staubblatt sich öffnet. — Da nicht nur das Oeffnen der Antheren, sondern auch das Wachsthum und die Bewegung der Filamente nach dieser Ordnung erfolgt, so beherrscht dieselbe das ganze Aussehen der Blüthe während des ersten, männlichen Stadiums und ist, wenn sich erst der Blick etwas geübt hat, sofort zu erkennen und auch an zahlreichen andern der in dieser Arbeit behandelten Saxifraga-Blüthen wahrzunehmen. Oft geschieht sie allerdings so rasch, dass sie nicht mehr verfolgt werden kann. (Weiteres hierüber S. bei *S. Huetiana Boiss.* und in der Zusammenfassung am Schluss.)

Ich fand nicht nur, wie dies H. Müller für seinen Beobachtungsort angiebt, einige wenige rothe Blüthen unter zahllosen hell gefärbten, sondern ebenso viel ganz dunkel carminrothe Formen wie hell grüngelbe, sowie alle Uebergänge zwischen den beiden. Die letztern waren aber an einigen Orten weniger häufig, als die Extreme. An einem Stock kamen gewöhnlich nur gleich gefärbte Blüthen vor. Eine Abhängigkeit der Blüthenfarbe vom Boden, von der Belichtung etc. habe ich trotz langen Suchens nicht wahrnehmen können, immerhin konnte ich an einzelnen Orten wahrnehmen, dass oft einige Quadratfuss weit die eine und nebenan die andere Farbe dominiert. — Bei Andeer und Ausser-Ferrera im Avers fand ich beim Durchwandern nur sehr vereinzelte Exemplare der Pflanze. Diese trugen aber ausnahmslos ganz rothe Blüthen, die überdies etwas kleiner waren, als die auf der Fürstenalp. — Am Grossen St. Bernhard fand ich zahlreichere, wenn auch nicht so viele Exemplare der Pflanze, wie auf der Fürstenalp. Sie sind dort gewöhnlich etwas krautiger und höher gewachsen, als an letzterem Ort und besitzen gleichgrosse, aber ausschliesslich gelb gefärbte und leicht röthlich gefleckte Blüthen.

Eingeschlechtliche Endblüthen (Schulz) habe ich trotz langen Suchens weder auf der Fürstenalp noch anderswo finden können. Die endständigen Blumen blühen immer ziemlich früher auf, als die übrigen. Monstrositäten, Verwachsungen von Blüthen und Blüthentheilen, Durchwachsungen, Vermehrung der Zahl der Blüthentheile, Vergrünungen etc. waren auf der Fürstenalp sehr häufig, ebenso Missbildungen infolge von Pilzen.

31. Saxifraga Hausmanni Kerner. (S. aizoides × mutata Girtanner.)

Auch dieser Bastard der eben besprochenen Art ist im Gebiet des Grossen St. Bernhard, besonders auf der Südseite desselben, sehr häufig. Ich untersuchte die Pflanze dort am 30. Juli 1901.

Die Blüthen gleichen im Habitus denen von *S. aizoides L.* sehr. Der Durchmesser beträgt 11 mm. Die Wurzel und die Spitze jedes Kelchblattes ist grasgrün, die mittlere Parthie etwas bräunlichgrün gefärbt. Die langen, ziemlich schmalen Petalen besitzen keine Flecken und sind ohne Ausnahme orangegelb, die Filamente ebenso, oft nur noch etwas dunkler gefärbt. — Der Fruchtknoten ist mittelständig und sezerniert auf seiner braunen, höckerigen Oberfläche den Nektar. Die Griffel sind gross und grünlich.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. In der Knospe überragen die Staubfäden das Gynäceum nur ganz wenig, oft gar nicht. Die Griffel breiten sich erst auseinander, wenn die Narben abgefallen sind. — Auch hier blühen, wie bei der soeben besprochenen Stammart und vielen andern Arten der Gattung, die endständigen Blüthen bedeutend früher auf, als die tiefer gelegenen. Einen Grössenunterschied oder ein abweichendes Verhalten des Sexualapparates, welches bei andern Arten gelegentlich auch vorkommt, habe ich dagegen nicht wahrnehmen können.

32. Saxifraga patens Gaud. (S. aizoides × caesia.) (Taf. IX, Fig. 253—256.)

Am 16. Mai 1901 bei Herrn Fröbel untersucht.

Die Blüthen stehen einzeln oder in sehr lockern Inflorescenzen. Der Krondurchmesser beträgt ca. 13 mm. Die Kelchblätter sind grasgrün und mit kurzen, dünnen, weissen Drüsenhaaren besetzt, die

Petalen weiss, fast rund, mit drei oder mehreren unten gabelig zusammenlaufenden grünen Adern und grünlicher Basis versehen. — Der Fruchtknoten ist mittelständig, der Nektar halb geborgen.

Die Blüthen von *S. patens Gaud.* sind so stark protrandrisch, dass keine Selbstbestäubung möglich ist; zwischen das männliche und das weibliche Stadium fällt sogar eine kurze neutrale Zwischenperiode.

33. Saxifraga umbrosa L. (Taf. IX, Fig. 257 – 260.)

Es liegen nur Angaben von Insektenbesuchen von Plateau vor. Ich untersuchte die Blüthen am 28. Juli 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis).

6—12 Blüthen bilden eine lockere, von oben nach unten aufblühende Infloreseenz. Es finden keine Stellungsveränderungen der Blüthen während der Anthese statt, wie z. B. bei der sonst ähnlichen *S. capillaris h.* Die Höhe der rundlichen Knospen misst unmittelbar vor der Anthese 3 mm. Der Durchmesser der Blüthen beträgt 8– 9 mm. Die oben grünen, unten mehr röthlich oder braun gefärbten Kelchblätter sind ganz klein und, wie der rothe Blüthenstiel, dicht mit ziemlich langen Drüsenhaaren besetzt. Die 4—5 mm langen, weissen, an der Wurzel röthlich getönten und dort mit einer rothen, oft verzweigten Mittellinie versehenen Petalen tragen in der Mitte gelbe, zu einem einheitlichen Fleck verschwimmende Punkte und etwas mehr nach oben eine Querreihe von ca. 4 rothen Flecken, die manchmal auch etwas miteinander verschmelzen. — Die Filamente sind weisslich roth. Die Griffel und der ganz oberständige Fruchtknoten, dessen unterer, höckeriger, durch eine Furche etwas abgesetzter Theil den Honig in grossen Tropfen sezerniert, sind während der ganzen Anthese roth gefärbt. Der Nektar liegt offen da.

Die einzelnen Staubblätter öffnen sich in langsamer Reihenfolge. Die Griffel bleiben kurz und aneinandergelegt, solange nur noch eine einzige Anthere stäubt. Die Blüthen sind also so stark protrandrisch, dass Autogamie ganz ausgeschlossen ist.

34. Saxifraga Geum. (Taf. IX, Fig. 261.)

Die Blüthen wurden bereits von Kirchner (No. 34) untersucht. Meine im botanischen Garten in Zürich gemachten Beobachtungen stammen vom 1. Juni 1901.

Meine Exemplare wichen in folgenden Punkten von denen Kirchners ab: Die Blüthen sind häufig nicht abwärts gerichtet und stärker protrandrisch; bei einzelnen lässt sich sogar ein neutrales Zwischenstadium erkennen.

35. Saxifraga lingulata Bell. (Taf. IX, Fig. 262.)

Am 31. Juli 1901 im Garten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der Blüthendurchmesser beträgt ca. 10 mm. Die 7—8 mm langen, nur an der Wurzel mit kaum mehr sichtbaren Adern versehenen Petala sind weiss, der Kelch und die Filamente weisslichgrün. — Der mittelständige Fruchtknoten ist grün, der von jenem deutlich abgesetzte, breite, von oben immer sichtbare Nektarring gelb gefärbt.

Die Funktion des Andröceums geschieht mit grosser zeitlicher Differenz zwischen den beiden Staubblattkreisen. Wenn alle Staubgefässe der stark protrandrischen Blüthe verdorrt oder abgefallen sind, so haben sich die zwar schon mit papillösen Narben versehenen Griffel noch nicht auseinandergeneigt. Nur bei einigen wenigen Blüthen mit ausnahmsweise langlebigen Narben habe ich durch mehr zufällige Bewegungen der Staubfäden gegen Ende der Anthese spontane Selbstbestäubung eintreten sehen.

36. Saxifraga Gaudini Bruegg. (×) (Taf. IX, Fig. 263.)

Ich habe diese Art im Garten zu Bourg-St.-Pierre am 2. August 1901 untersucht.

Der grüne Kelch besitzt auf einer Seite einen rothen Anflug. Kelch und Blüthenstiel tragen dünne, mit grossen, rothen Knöpfen versehene Drüsenhaare. Die schlanken, weissen Kronblätter sind 6 mm lang. Der Durchmesser der geöffneten Krone beträgt an den Endblüthen 16, an den andern ca. 14 mm. Der reichlich abgesonderte Nektar ist während der ganzen Anthese von oben sichtbar. Der Fruchtknoten ist unterständig. Die Griffel färben sich am End der Anthese roth.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. Autogamie wäre aber doch noch möglich, wenn die zwar nie fehlenden centripetalen Bewegungen der Staubblätter rechtzeitig eintreten würden.

37. Saxifraga catalaunica Boiss. et Reut.

Anfangs August 1901 im Alpengarten in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der grüngelbe Kelch trägt mässig zahlreiche, grosse und sehr wirkungsvolle Drüsenhaare. Die von Anfang an stark geöffnete Krone hat einen Durchmesser von 9—12 mm. Die rundlichen, 5—7 mm langen Petala sind weiss und besitzen 3—5 grünliche, etwas oberhalb der stumpfen Wurzel gabelig zusammenlaufende Längsadern — Der Fruchtknoten ist unterständig, die Nektarscheibe sogar etwas eingesenkt. Der Honig ist nicht geschützt.

Die Staubgefässe treten langsam nacheinander in Funktion; eine zeitliche Differenz zwischen den beiden Kreisen ist jedoch nicht wahrzunehmen. Das männliche Stadium dauert darum ziemlich lange und bedeutend länger, als das weibliche. Die Blüthen sind, wie diejenigen aller zuletzt beschriebenen Arten, ausgeprägt protrandrisch dichogam, und zwar so stark, dass Autogamie nicht mehr eintreten kann. Oft kommt sogar ein ganz kurzes neutrales Zwischenstadium vor. Dennoch habe ich sehr häufig centripetale Bewegungen der Staubgefässe am Ende der Anthese wahrgenommen.

38. Saxifraga crustata Vest. f. pectinata Schott. (Taf. IX, Fig. 264.)

Anfangs Juni 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch ist hellgrün gefärbt. Die Petala sind weiss, unten oft etwas gelblich getönt und roth gesprenkelt. Sie sind 6 mm lang und bilden einen Krondurchmesser von 9—11 mm. — Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die gelbe Nektarscheibe ist sogar ziemlich stark eingesenkt. Die Filamente sind kurz.

Die Blüthen sind ziemlich stark dichogam: Ich beobachtete ein noch ganz rudimentäres Gynäceum, als nur noch ca. 4 Staubgefässe wenig Pollen enthielten. Die Staubblätter bewegen sich langsam nacheinander nach dem Centrum der Blüthe und stäuben dort. Das männliche Stadium dauert darum viel länger, als das weibliche. Nur in einzelnen wenigen, ausnahmsweise schwach protrandischen Blüthen beobachtete ich Autogamie durch schwache centripetale Bewegungen einzelner Staubfäden.

39. Saxifraga altissima Kerner. (Taf. IX, Fig. 265.)

Die Blüthen dieser Art wurden bereits von Kirchner (No. 34) und sodann am 1. August 1901 von mir im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die Blumen stehen in mässig dichten Inflorescenzen. Der gelbgrüne Kelch ist mit langen, grossknopfigen Drüsenhaaren besetzt. Die 5 mm langen, regelmässig oval gebauten, wie bei den letzten Arten gänzlich nagellosen Kronblätter sind weiss und besitzen 3 schwache Längsadern und carminrothe Flecke. — Der Fruchtknoten ist unterständig, die hellgelbe Nektarscheibe in der Mitte schwach eingesenkt, aussen etwas wulstig erhaben. Der Honig ist nur anfangs schwach gegen den Blick von oben gedeckt. Die kurzen, runden Antheren sind hellgelb.

Die Staubblätter bewegen sich bei Beginn ihrer Thätigkeit nur wenig nach innen. Dafür spreizen hier die Griffel sehr stark, so dass die Narben ausnahmsweise weit gegen die Peripherie der Blüthe und somit doch an denselben Ort zu stehen kommen, wo sich vorher die Antheren befanden. Die Blüthen sind so stark protrandrisch, dass Autogamie ausgeschlossen ist.

40. Saxifraga cochlearis Reich. (Taf. IX, Fig. 266—267.)

Am 31. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Die Blüthen sind zu grossen, lockern Ständen vereinigt. Die obersten öffnen sich, wie bei vielen andern Arten, längere Zeit vor den übrigen. Der mit Ausnahme einer weisslichen Randpartie grüne Kelch trägt nur wenige Drüsenhaare mit sehr grossen Knöpfen. Der Blüthenstiel besitzt keine der-

artigen Haare. Die Krone hat einen Durchmesser von ca. 13 mm. Die einzelnen Kronblätter sind etwa 9 mm lang und ziemlich schlank gebaut, entbehren aber ebenfalls eines Nagels. Sie sind weiss und besitzen eine schwach gelblich getönte Wurzel und in der Mitte eine Anzahl dunkelcarminrother Flecken. Der Fruchktknoten ist unterständig, der breite Nektarring etwas wulstig. Der Honig ist infolge der Trichterform der Krone rel. ziemlich gut geborgen. Nur am Ende der Anthese liegt er völlig offen da. Die Griffel bewegen sich nicht weit nach aussen.

Die Protrandrie ist hier nicht besonders stark ausgeprägt: Wenn die letzten Antheren noch stäuben, so sind die Narben bereits papillös und die Griffel auseinandergespreizt. Gegen Ende der Anthese kommen auch immer Autogamiebewegungen der Staubfäden vor, die oft sogar sehr energisch sind und meistens auch Selbstbestäubung einleiten.

41. Saxifraga Aizoon Jacq. var. robusta Engler. (Taf. IX, Fig. 268—270.)

Am 30. August 1901 im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht.

Der lockere Blüthenstand besteht aus sehr vielen einzelnen Blumen. Ich beobachtete hier ausnahmsweise zuletzt aufblühende Endblüthen. Der grüne Kelch besitzt stellenweise braune Anflüge. Sein unterer Theil ist, wie der Blüthenstiel, mit wenigen drüsigen und mit gewöhnlichen Haaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt im ersten, männlichen Stadium ca. 11, später aber, wenn die Petalen weit ausgebreitet sind, bis 20 mm. Ein isoliertes Kronblatt misst in ausgestrecktem Zustande 10 mm. Es ist weiss und trägt eine Anzahl verschieden grosser, wie bei einigen der zuletzt besprochenen Arten etwas linear angeordneter Punkte von dunkelcarminrother Farbe, die, wie immer, nur auf der Innenseite des Blattes sichtbar sind. Der Fruchtknoten ist mittelständig, der Nektarring grüngelb gefärbt. Die Filamente sind ziemlich kurz; die Griffel spreizen aber weit auseinander.

Auch die Blüthen dieser Art sind stark protrandrisch. Die Staubblätter wenden sich in langsamer Reihenfolge nach innen und beginnen dort zu stäuben. Ebenso ist die zeitliche Differenz zwischen den beiden Kreisen des Andröceums ziemlich bedeutend. Erst beim Beginn des viel kürzere Zeit dauernden weiblichen Stadiums neigen sich die Kronblätter gemeinsam mit den Staubfäden stärker nach aussen, so dass nur dann der Honig gar nicht geschützt ist. Ganz zuletzt wird dann der Nektarring von neuem durch die sich wieder einwärts legenden Staubfäden bedeckt. Die Dichogamie ist so stark, dass zwischen die beiden Stadien der Blüthe oft ein geschlechtsloses Zwischenstadium eingeschoben wird. Autogamie ist also gar nicht denkbar. Dennoch kommen fast immer regelmässig und mit grosser Sicherheit ausgeführte Autogamiebewegungen sämmtlicher Staubfäden vor, und zwar zu einer Zeit, wo die Antheren schon längst abgefallen sind.

42. Saxifraga Aizoon Jacq. f. Sturmiana Schott.

Wurde am 17. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Durchmesser der ziemlich gedrängt am Stengel sitzenden Blüthen beträgt 10—12 mm, derjenige der auch zeitlich stark geförderten Endblüthen aber meist 12—14 mm. Die ziemlich breiten, weissen Kronblätter haben eine Länge von 6 mm und öffnen sich, namentlich gegen Ende der Anthese, so weit, dass sie einander seitlich nicht mehr berühren. Der Nektarring ist schwach in den unterständigen Fruchknoten eingesenkt, der Honig jedoch von oben leicht zugänglich.

Die Blüthen sind ebenfalls stark protrandrisch. Wenn sämmtliche Staubblätter aussen stehen und keinen Pollen mehr enthalten, beginnen die schon vorher etwas papillösen Griffel erst, auseinanderzutreten. Autogamie ist demnach ausgeschlossen. Dennoch wenden sich die Staubfäden am Ende der Funktion der Narben nochmals nach innen, und die entleerten Antheren berühren die Stigmata.

43. Saxifraga Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd.

Ende Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Die endständigen Blüthen gehen in der Entwicklung den übrigen stark voraus. Die weissen mit den 3 bekannten Adern versehenen Petalen sind oval, entbehren jeder Andeutung eines Nagels und

haben eine Länge von 6—6,5 mm. Der Fruchtknoten ist ganz unterständig, die Nektarscheibe ziemlich stark eingesenkt, der Honig anfangs ganz bedeckt. — Die Blüthen sind häufig so stark protrandrisch, dass sich ein neutrales Zwischenstadium bildet, immer aber in solchem Masse, dass Autogamie völlig ausgeschlossen ist.

44. Saxifraga Forsteri Stein. (Taf. IX, Fig. 271 und 272.)

Ein Bastard aus dieser Gruppe, dessen Blüthen ich am 31. August 1901 im Garten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre (Wallis) untersuchte.

Der Durchmesser der Krone beträgt 8—10 mm. Die schlanken Blumenblätter tragen eine oder drei schwache grüne Linien und sind im übrigen weiss. Der Kelch, aus dessen Form sich wie immer der Grad der Unterständigkeit des Fruchtknotens schon von aussen erkennen lässt, ist an seiner Wurzel mit schwarzen Drüsenhaaren und gewöhnlichen Haaren besetzt. Der breite Nektarring besitzt eine warzige Oberfläche und sondert reichlich Honig ab, der gewöhnlich gar nicht bedeckt ist. Die Filamente sind kurz und führen auch hier am Ende der Anthese keine centripetalen Bewegungen aus. Diese wären wegen des hohen Grades der Protrandrie, der sogar ein kurzes neutrales Zwischenstadium herausbildet, auch ganz unnütz.

45. Saxifraga luteo-viridis Schott. et Kotschy. (Taf. IX, Fig. 273–275.)

Diese Blumen wurden am 7. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel und nach Topf-Exemplaren beschrieben und gezeichnet.

Der hellgrüne Kelch der zu lockern Infloreseenzen vereinigten, unscheinbaren Blüthen ist dicht mit ungemein klebrigen, weissen Drüsenhaaren besetzt. Seine Form kann den beigegebenen Figuren (273 und 274) entnommen werden. Jenes Kleid von Drüsenhaaren, das sich auch auf den ganzen Blüthenstiel und seine Blättchen erstreckt, ist, aus dem Vorkommen von toten Ameisen an jenen Stellen und dem Fehlen dieser Honigräuber in den Blüthen zu schliessen, von bester Wirkung. Es wird nur gegen die Kelchzipfel hin durch Einlagerung von gewöhnlichen Haaren etwas spärlicher. Die kleinen, 2,5—3 mm langen, hellgelben, unscheinbaren Kronblätter sind nach innen gekrümmt und öffnen sich nie weiter, als bis in der Blüthe eine ganz kleine, runde Oeffnung entsteht, in einigen Fällen überhaupt nie. Da die Bestäubung, wie wir sehen werden, regelmässig durch den eigenen Pollen erfolgt, so dürfen wir die Blüthen als pseudokleistogam bis kleistogam bezeichnen. — Die Höhe der ganzen Blüthe beträgt 4—5, der grösste Durchmesser, am untern Theil des Kelches gemessen 3–4, das Kaliber der nicht immer vorhandenen Oeffnung der Krone 1—2 mm.

Die Blüthen sind homogam, und es überleben die Antheren die Narben meist um einen ganz geringen Betrag. Der den Honig absondernde Ring stellt eine seichte Vertiefung um den halb oberständigen Fruchtknoten herum dar, und wird durch den oft bauchig vorgewölbten Fruchtknoten und die Filamente ganz bedeckt. Die Griffel bleiben immer eng aneinandergeschlossen, nur die sehr stark entwickelten löffelförmigen Narben legen sich auseinander. Erst wenn der Fruchtknoten infolge seiner Reifung anzuschwellen beginnt, entfernen sich auch die Basaltheile der Griffel voneinander.

Wie bereits angedeutet wurde, öffnet sich die Blüthenkrone bei beginnender Anthese, wenn auch nur ganz schwach, meist etwas. In diesem Stadium berühren die Antheren die Narbe noch nicht, oder nur selten. Dann aber — meist ziemlich rasch — pflegt sich die Krone vollständig zu schliessen. Wenn nun nicht bereits Fremdbestäubung eingetreten ist, so geschieht die weitere Entwicklung ganz wie in einer kleistogamen Blüthe. Wir haben also in *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* eine im Uebergangsstadium zwischen Chasmogamie und Kleistogamie stehende Art vor uns. — Die Antheren legen sich nun langsam, eine nach der andern, einwärts und mit mehr oder weniger grosser Sicherheit auf die Narben (Fig. 274). Wenn die Papillen bereits im Verwelken begriffen sind, so wird diese Erscheinung am deutlichsten, indem dann oft alle Staubfäden nochmals kleine centripetale Bewegungen ausführen, und auch diejenigen Antheren, die bis dahin noch fern blieben, sich an die Narben anlegen.

Es lässt sich hier deutlich eine direkte Beeinflussung der Autogamiebewegungen der Staubfäden durch Nichteintreten der (Kreuz- oder Selbst-)Befruchtung wahrnehmen. An den Blüthen, die keine Anschwellung des Fruchtknotens zeigen, sieht man nämlich jene Bewegungen stärker und auch etwas früher

eintreten. Die noch etwas Pollen enthaltenden Antheren ballen sich dann zu einem Knäuel zusammen und pressen sich gegen die Narben, die in solchen Blüthen auch auf diesem Stadium häufig noch frische Papillen besitzen. Die Blüthe hat eben versäumt, sich rechtzeitig zu befruchten und muss nun alle Anstrengungen machen, um das Versäumte noch im letzten Moment nachzuholen. Den Eindruck, dass viele *Saxifraga*-Blüthen wirklich auf ausgebliebene Befruchtung zweckmässig zu reagieren im Stande sind, erhielt ich auch beim Studium einiger anderer zum Theil unten noch zu besprechender Arten. Schon das abnorm lange Frischbleiben der Narbe ist eine Erscheinung, die als Folge nicht eingetretener Befruchtung bei vielen Blüthen schon lange bekannt ist. — Ich kann noch hinzufügen, dass sich die vor dem Fenster gewachsenen Blüthen meiner Topfexemplare viel häufiger, als die eben beschriebenen aus dem Garten gar nicht öffneten.

46. Saxifraga Kotschyi Boiss.

Am 1. April 1901 bei Herrn Fröbel beobachtet.

Diese Art verhält sich hinsichtlich des Bestäubungsapparates und im Habitus der Blüthe ganz gleich, wie die unten zu besprechende *S. diapensioides Bell.* Monstrositäten waren im genannten Garten häufig; auch habe ich 2 durchgehends nach der Vier-Zahl gebaute Blüthen gefunden.

47. Saxifraga aretioides Lap. (Taf. X, Fig. 276—279.)

Untersucht am 4. Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich.

Der grüne, an den Spitzen bräunliche oder braunrothe Kelch ist stark mit rothgeknöpften Drüsenhaaren besetzt. Die Blumenblätter sind orangegelb. Auf ihrer obern Seite können wir ein sehr schwaches, nur selten gut sichtbares Aderwerk wahrnehmen. Die Basis des Kronblattes ist grünlich.

Der Nektar ist durch das Zusammenneigen der Filamente und durch den untern, röhrigen Theil der Krone, sowie durch die obere Parthie des mittelständigen Fruchtknotens so gut geborgen, dass er selten oder nie von oben sichtbar wird. Der den Nektar absondernde fleischige Drüsenring ist gelblichgrün.

Die Blüthen von *S. aretioides Lap.* sind protogyn. Die Narben sind schon empfängnissfähig, wenn die Griffel noch zusammengeneigt und die Petalen noch geschlossen sind (Fig. 276). Unmittelbar vor dem Oeffnen der Krone erreichen die Griffel den grössten Betrag des Auseinanderspreizens. Auf diesem Stadium überragen sie die noch nicht entwickelten Staubblätter. Diese strecken sich dann aber rasch, wachsen über das Gynäceum heraus und stäuben dann fast gleichzeitig. Wenn sie ca. 3 Stunden gestäubt haben, so neigen sich die Griffel wieder zusammen. Bevor dies geschah, habe ich in einigen wenigen Fällen direkte Berührung der Geschlechtsorgane eintreten sehen. — Die Narben sterben erst ab, nachdem alle Antheren offen sind. — Am Schluss der Anthese tritt in den meisten Blüthen direkte Autogamie ein.

48. Saxifraga Scardica Griseb. (Taf. X, Fig. 280—283.)

Im Garten des Herrn Fröbel am 1. und 3. April 1901 untersucht.

Je 10—12 Blüthen bilden eine auffällige Infloreseenz. Die grünen Kelchblätter, die Stengel und Stengelblätter tragen spärlich drüsige und gewöhnliche Haare. Die Blumenblätter sind verkehrt eiförmig, kurz benagelt und von schwefelgelber Farbe. Die geöffnete Krone hat anfangs einen Durchmesser von 13, später von ca. 20 mm. Die Blüthe bildet gleich nach Beginn der Anthese einen ziemlich tiefen Becher, so dass der Honig von oben kaum sichtbar ist. Zur Zeit des zweiten, männlichen Stadiums weichen aber die Petalen so stark auseinander, dass der von einem ungefärbten Nektarring abgesonderte Honig frei zugänglich wird. — Ich sah auf diesen Blüthen recht oft Honig raubende Ameisen.

Auch diese Art blüht protogynisch. Das weibliche, erste Blüthenstadium beginnt ziemlich spät, wenn sich die Krone schon etwas geöffnet hat, also nicht, wie bei der unten zu besprechenden *S. Burseriana L.* und andern mit dieser nahe verwandten Arten, schon in der Knospe. Wenn die Antheren nach Beginn der Kronöffnung durch Wachsthum der Filamente auf der Höhe der Narben angelangt sind, so beginnen sie zu stäuben. Gleichzeitig, oft sogar noch etwas vor dem Stäuben der ersten Antheren,

schliessen sich die Griffel, so dass die Narben aneinanderliegen. — Das männliche Stadium dauert auch hier sehr lange. Ebenso sind auch die Narben (wie bei der unten zu besebreibenden *S. Burseriana L.* und im Unterschied zu *S. Tombeanensis Boiss.*) meist recht langlebig. Spontane Autogamie erfolgt durch die innern Staubblätter schon relativ früh; der äussere Staubblattkreis bleibt nahe der Peripherie stehen. Die Griffel gehen, wenn sie sich einmal aneinandergelegt haben, während der ganzen Anthese gewöhnlich nicht mehr voneinander. — An nicht befruchteten Blüthen beobachtete ich oft ein sehr langlebiges Gynäceum. Dasselbe überdauerte häufig sogar die männlichen Sexualorgane.

49. Saxifraga coriophylla Griseb.

Im Mai 1901 im Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Durchmesser der endständigen Blüthen beträgt ca. 10, derjenige der übrigen ca. 8 mm. Der Kelch ist mässig dicht mit grossen, weissknopfigen Drüsenhaaren besetzt, der Fruchtknoten unterständig und der Nektardiscus konkav. Das Andröceum funktioniert mit bedeutender zeitlicher Differenz zwischen den beiden Kreisen, mit ganz geringer räumlicher zwischen den einzelnen Staubblättern. Die Staubgefässe bleiben nicht lange im Centrum der Blüthe stehen. Die Griffel spreizen später so stark auseinander, dass die Narben genau an dieselbe Stelle zu stehen kommen, wo sich vorher die Antheren befanden. Trotz der nur mässig ausgeprägten Dichogamie kommt Autogamie nicht vor. Die Endblüthen sind so stark protrandrisch, dass sich die beiden Stadien kaum noch berühren.

50. Saxifraga marginata Sternb. (Taf. X, Fig. 284—288.)

Am 26. April 1901 im botanischen Garten in Zürich untersucht.

Die spärlich vorhandenen Drüsenhaare des hellgrünen Kelches tragen kleine rothe kopfige Enden. Die Krone hat einen Durchmesser von 15 mm. Ein einzelnes Kronblatt misst 10 mm, ist weiss und besitzt eine grüne Mittelader und grünliche Basis, seltener auch noch weitere seitlich stehende Adern. — Der Nektar, der von der Basis des oberständigen Fruchtknotens abgesondert und von diesem und den unten eng an ihn anschliessenden übrigen Blüthentheilen geschützt wird, ist von oben nur wenig sichtbar.

Schon in der Knospe überragen die noch zusammengeneigten, narbenlosen Griffel die Staubfäden bedeutend. Dann beginnen sie ihre centrifugale Bewegung, deren Betrag aber erst nach dem Oeffnen der Krone ein Maximum erreicht. Die Narben sind auch hier schon in der Knospe entwickelt. Sie ragen später ziemlich weit aus dem untern, röhrigen Theil der Krone hervor. Wenn die erste Anthere zu stäuben beginnt, neigen sich die beiden Griffel wieder zusammen. Sie bleiben aber noch mit empfängnissfähigen Narben ausgestattet, bis ca. 3 Antheren stäuben. Die an ihren Enden, besonders zuletzt, etwas roth gefärbten Filamente überragen die Griffel. Wenn bald sämmtliche Staubblätter verstäubt haben, neigen sich alle nach innen. Autogamie kann aber dann nur in denjenigen Blüthen, die infolge ausgebliebener Kreuzbefruchtung langlebige Narben haben, erfolgen, da in normalen Blüthen das Gynäceum um diese Zeit nicht mehr funktioniert.

51. Saxifraga diapensioides Bell.

Von Kirchner (No. 34) 1894 in Lindau und von mir im April 1901 in den Gärten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Blüthen tragende Stengel, die Blüthenstiele und die Kelchblätter sind dicht mit drüsigen Haaren besetzt. Die meist stark geöffneten Petalen scheinen sich bei regnerischem Wetter etwas zu schliessen. Nachts bleiben sie immer geöffnet. Bezüglich der Honigbergung stehen die Blüthen etwa so hoch, wie diejenigen von *S. Tombeanensis Boiss.* (s. unten). Im Verhalten des Sexualapparates gleichen sie sehr der unten ebenfalls beschriebenen Art *S. Burzeriana L.;* nur fand ich hier im Gegensatz zu Kirchner ein kürzeres weibliches Stadium, was wohl nur als Folge rascher eingetretener Befruchtung (die Blüthen wurden sehr reichlich besucht) gedeutet werden darf. An meinen Blüthen verlief eigentlich fast das ganze erste, weibliche Stadium in der Knospe. Beim Oeffnen der Krone beginnen auch die Griffel sofort zusammenzugehen. Die geschlossenen Antheren sitzen jetzt noch auf kurzen Filamenten tief unten im Blüthengrund, und die zuerst sich öffnenden Staubblätter sind schon jetzt durch ihre be-

deutendere Länge von den andern unterscheidbar. Wenn die ersten Staubbeutel aufbrechen, so sind, wie bei Kirchners Exemplaren, die zusammengepressten Narben in weitaus den meisten Fällen schon vertrocknet. Autogamiebewegungen der Filamente habe ich nie beobachtet. Ich sah eine Blüthe mit ganz verkümmerten Staubgefässen und eine andere mit nur 4 Petalen und 8 Staubfäden.

52. Saxifraga squarrosa Sieber.

Es liegen bereits einige Angaben von Kirchner (No. 34) vor. Von mir wurde die Blüthe im August 1901 im Alpengarten der Linnaea zu Bourg-St.-Pierre untersucht.

Kelch und Blüthenstiel sind spärlich mit langen, dicken Drüsenhaaren besetzt. Der Krondurchmesser beträgt anfangs ca. 5, später 8 mm. Die weissen Petalen tragen die 3 bekannten Gabellinien. Der Fruchknoten ist ganz unterständig, der Nektarring breit und noch etwas gewölbt. Der Honig wird durch die trichterförmige Krone und bei Beginn und am Ende der Anthese durch die zusammengeneigten Filamente ziemlich gut geborgen, ist jedoch immer noch zeitweise von oben etwas sichtbar. Die Blüthen gehören demnach zur Klasse AB.

S. squarrosa Sieb. blüht im Gegensatz zu den zuletzt besprochenen, nahe verwandten Arten protrandrisch. Die beiden Stadien greifen gar nicht mehr übereinander, ja sehr oft kommt ein ganz kurzes neutrales Zwischenstadium zu Stande. Während des Stäubens der Antheren sind die Griffel noch ganz klein und zusammengelegt. Die Staubblätter funktionieren in mässig langsamer Reihenfolge. Wenn alle Staubbeutel abgefallen, auch die Narbenpapillen schon verdorrt sind, legen sich alle Filamente mit grosser Regelmässigkeit ganz nach innen. Autogamie ist ausgeschlossen.

53. Saxifraga Tombeanensis Boiss. (Taf. X, Fig. 289—292.)

Bereits von Kirchner (No. 34) beschrieben, von mir an Blüthen aus dem Garten des Herrn Fröbel am 3. Mai 1901 untersucht.

Die Blüthen sind in vielen Beziehungen denen der später ausführlich zu besprechenden *S. Burseriana L.* ähnlich. Wir erwähnen hier nur die von jener Art abweichenden und von Kirchner nicht oder anders angegebenen Merkmale.

Die Drüsenhaare stehen dichter und ihre Enden sind stärker roth gefärbt, als bei jener Art. Die Blumenblätter sind länger (11—13 mm), als dort, schliessen sich unten zu einer ziemlich tiefen Röhre zusammen und öffnen sich auch oben nie so weit, wie bei *S. Burseriana L.* Dennoch beträgt der Krondurchmesser, wenn die Petalen am stärksten geöffnet sind, 10—15 mm. Der Nektar ist aus den genannten Gründen besser, d. h. tiefer geborgen, als bei *S. Burseriana L.* und von oben nicht sichtbar. — Ein Schliessen der Kronblätter während der Nacht habe ich nicht beobachten können, wohl aber scheinen bei regnerischem Wetter leichte centripetale Bewegungen der Blumenblätter einzutreten.

Die Blüthen sind, wie durch Kirchner bereits bekannt ist, protogyn. Ich fand, dass das erste, weibliche Stadium 2—3 Tage dauert. Die Griffel beginnen sich, wie bei *S. Burseriana L.*, genau in dem Moment wieder zusammen zu legen, wo das erste Staubgefäss in Thätigkeit tritt. Sie gehen aber nicht mehr auseinander, solange die Anthese dauert, und die Narben sterben schon wenige Stunden nach dem Zusammenlegen der Griffel ab, nachdem vorher noch regelmässig Autogamie durch Einwärtsbewegung einzelner Staubgefässe, die unterdessen bis zur Höhe der Griffel gewachsen sind, eingetreten ist. Auch hier scheinen diese Bewegungen vielfach zu spät einzutreten und darum unwirksam zu bleiben; wenigstens blieben an einigen vor Insektenbesuch gänzlich bewahrten Topfpflanzen viele Blüthen unbefruchtet.

54. Saxifraga Vandelli Sternb. (Taf. X, Fig. 293—297.)

Am 23. April 1901 nach Exemplaren aus dem Garten des Herrn Fröbel in Zürich untersucht.

Der Kelch ist mit grossköpfigen, dunkeln Drüsenhaaren dicht besetzt. Die Blumenblätter, die eine Länge von 6 mm erreichen, sind weiss, besitzen ein grünes, sich verzweigendes Aderwerk und grünliche Basis; die Ränder sind oft wellig gebogen. — Der Fruchtknoten ist bei dieser Art, wie bei *S. Churchilli h.* u. a., fast ganz unterständig; der noch etwas gewölbte, die Griffelwurzeln umgebende Nektar-

ring hat darum einen kleinen innern Radius, ist aber ziemlich breit und hellgelb gefärbt. Trotz des tiefer gelegenen Fruchtknotens ist der Nektar nicht besser geschützt, als z. B. bei der unten beschriebenen *S. apiculata Engler*.

Auch *S. Vandelli Sternb.* ist protogyn. Griffel und Staubfäden sind, wie bei den meisten Arten, gleich lang. Die erstern erreichen den grössten Betrag ihrer Ausbreitung erst unmittelbar nach der Oeffnung der Krone. Wenn die ersten Antheren zu stäuben beginnen, haben sich die Griffel schon wieder zusammengelegt. Die Narben bleiben noch kurze Zeit frisch und verwelken dann, während die ersten Antheren des innern Staubblattkreises in Thätigkeit treten. Nur ein einziges Mal sah ich spontane Autogamie schon sehr früh durch centripetale Bewegung eines Staubblattes und Berührung desselben mit den zusammengelegten Narben eintreten. Häufig tritt sie dagegen am Ende der Anthese ein, besonders wenn infolge mangelnden oder spärlichen Insektenbesuches, d. h. infolge Ausbleibens der Kreuzbefruchtung die Narben auch dann noch frisch sind. Die Griffel öffnen sich nämlich, während die lezten Staubgefässe verstäuben, regelmässig wieder, und es tritt dann direkte Berührung der Sexualorgane fast immer ein, obwohl sie wegen des meist schon erfolgten Welkens der Narbenpapillen nicht immer von Erfolg sein kann.

55. Saxifraga Burseriana L. (Taf. X, Fig. 298—301 und Taf. XI, Fig. 302—307.)

Untersucht von Kerner (No. 29), von Kirchner (No. 34) und von mir im Garten des Herrn Fröbel in Zürich vom 15—25. April 1901.

Blüthenstiel und Kelchblätter sind mit kurzen, dickknöpfigen Drüsenhaaren dicht besetzt, die Kelchblätter, schmale grüne Randpartthieen ausgenommen, stark roth gefärbt. Die Kronblätter sind rein weiss und besitzen dünne, grünliche Nerven. Ihre Form ist fast ganz rund. Der Durchmesser der ganz geöffneten Krone beträgt 25 (nach Kirchner 17) mm. — Der den Fruchtknoten umgebende, Nektar ausscheidende Ring ist ziemlich schmal und zeigt in seiner Färbung alle Uebergänge von hellgelb bis carminroth. Die Blüthen gehören zu der Blumenkategorie mit halb, resp. zeitweise geborgenem Honig (AB); denn der Nektar liegt ziemlich tief und wird von den Filamentwurzeln und den am Grunde aufsteigenden Petala überwölbt.

Die Dauer der Anthese, die Kerner zu 12 Tagen angiebt, war an meinen Exemplaren meist noch länger. Während die letzten äussern Staubblätter sich öffnen, treten die ersten der innern Reihe in Funktion; die Reihenfolge innerhalb der beiden Kreise ist dieselbe, wie bei *S. aizoides L.* und andern Arten, jedoch wegen des etwas rascheren Aufeinanderfolgens der einzelnen Antheren weniger deutlich zu beobachten.

Die Blüthen sind sehr stark protogyn. In der Knospe und unmittelbar nach dem theilweisen Oeffnen der Krone ragen die beiden Griffeläste am weitesten auseinander und sind am reichlichsten mit Papillen besetzt (Fig. 299—301). Erst nach 2—4 Tagen beginnen sich dann auch die Antheren zu öffnen.

Die nun zu besprechenden Erscheinungen am Bestäubungsapparat variieren ausserordentlich stark. Immerhin lässt sich eine für die grosse Mehrzahl der Blüthen zutreffende Darstellung geben. Die in einzelnen Blumen vorkommenden Abweichungen von diesem allgemeinen Verhalten werden wir besonders besprechen.

Sobald die ersten Antheren zu stäuben beginnen (Fig. 303 und 305), bewegen sich die beiden stark gespreizten Griffel wieder gegeneinander. Nach einigen Stunden gelangen sie zur Berührung miteinander, schliessen zuletzt ihrer ganzen Länge nach dicht zusammen und verbleiben einige Tage in dieser Stellung. Dadurch wird spontane Autogamie verhindert. Erst wenn sämmtliche Antheren geöffnet sind und meist nur noch wenig Pollen an denselben klebt, beginnen sich die Griffel wieder zu öffnen, und zwar so weit, dass sie sogar mit den aussen stehen gebliebenen Staubgefässen in Berührung kommen können (Fig. 306), wobei aber diese in der Regel keine eigenen Bewegungen gegen die Narben hin ausführen. Dann sind diese zum Theil auch schon verwelkt, an den Rändern herum aber immer noch frisch. Ich habe jedoch nicht häufig beobachtet, dass auf diese Weise wirklich gänzliche Berührung von Antheren und Narben eintrat; meistens blieb zwischen den beiden noch ein ganz kleiner Raum offen (Fig. 307), der aber durch die kleinste Bewegung von irgend einer Seite verschwinden konnte. Ich habe auch nicht ge-

sehen, dass sich die Staubfäden beim Beginn des Stäubens, wie dies Kirchner angiebt, nacheinander an die Narben anlegten. Sie neigen sich in diesem Stadium höchstens ganz wenig nach innen und gehen dann um denselben Betrag wieder nach auswärts. Dann bleiben die innern stehen, während sich die äussern, zwischen den Kronblättern inserierten Staubfäden am Ende ihrer Thätigkeit noch etwas nach aussen bewegen. Dem Prinzip, das nur am Ende der Anthese Autogamie eintreten darf, entsprechen die Blüthen von *S. Burseriana L.* durchaus. — An den von mir untersuchten Exemplaren überragten auch die Staubblätter die Griffel nicht, wie dies Kirchner für die seinen angiebt. Anfänglich sind die Griffel bedeutend länger, als die noch unentwickelten Staubblätter; sobald aber die ersten Antheren zu stäuben beginnen, stehen wenigstens diese vollkommen gleich hoch, wie die Narben, so dass unfehlbar spontane Selbstbestäubung eintreten müsste, wenn die oben geschilderten Bewegungen der Griffel nicht stattfänden.

Ich habe nun noch einige Worte über die Abweichungen von diesem allgemeinen Verhalten zu sagen. Diese bestehen z. B. darin, dass sich die Griffel einzelner Blüthen nicht wieder öffnen und dass dabei gleichzeitig Bewegungen der inneren Staubfäden gegen die Narbe hin eintreten, die bis zur vollständigen Berührung der Sexualorgane und zur Autogamie führen. Dasselbe Verhalten zeigen ohne Ausnahme alle Blüthen von solchen Pflanzen, die vor Insektenbesuch geschützt wurden. Auch hier kann, wie in den oben geschilderten normalen Blüthen, noch späteres Auseinanderlegen der Griffel und Anlegen einer bis mehrerer Antheren an die Narbe erfolgen. Auch jene Blüthen, welche dieses Verhalten im Freien zeigen, sind also offenbar als solche aufzufassen, die infolge zu spärlichen Insektenbesuches nicht gekreuzt wurden. Die Blüthe von *S. Burseriana L.* ist also im Stande, auf ausgebliebene Kreuzung direkt durch Bewegungen, welche die Autogamie begünstigen, zu reagieren, Bewegungen, die ihr sonst ganz fremd sind oder die sie höchstens früher einmal brauchte (da sie bei den nächsten Verwandten regelmässig vorkommen). Die bei den meisten protogynen Arten der Gattung *Saxifraga* übliche Selbstbestäubung tritt also bei dieser Species nur ein, wenn wirklich das Bedürfniss dafür vorhanden ist; denn an den meisten Blüthen waren die erwähnten Bewegungen der Staubfäden nicht wahrzunehmen. — Eine andere Abweichung ist das bei vielen Blüthen vorkommende lange Frischbleiben der Narbe. Ich traf sie meistens bei denselben Blüthen, die auch die Autogamiebewegungen der Staubfäden zeigten, sowie auch immer bei Exemplaren, die vor Insektenbesuch geschützt wurden. Letzteres geschah dadurch, dass die betreffenden Blumentöpfe bei möglichst gleicher Luftfeuchtigkeit und Temperatur zwischen die Fenster gestellt wurden. (Weil sonst, wie Versuche zeigten, Veränderungen in der Stellung und Bewegung der Sexualorgane entstehen und fälschlich dem mangelnden Insektenbesuch zugeschrieben werden könnten. Ich erinnere an die rasche Reaktion der oben behandelten *Crassulaceen*-Blüthen auf Veränderungen der Temperatur, Feuchtigkeit des Bodens etc.) Also ist wohl auch diese Erscheinung eine direkte Folge der ausgebliebenen Fremdbestäubung. — Am Schluss der Anthese, wenn schon die Narbenpapillen zu verwelken beginnen, entstehen in derartigen, nicht gekreuzten Blüthen oft die schönsten Bilder: Wenn z. B. die Bewegungen der Staubblätter, die Autogamie bewirken sollen, erst so spät eingetreten sind, dass nur noch wenig oder gar kein Pollen mehr an den Antheren klebt — was ziemlich häufig vorkommt —, so legen sich ganz zuletzt sämmtliche Staubgefässe der Blume auf die Narben. Man sieht dann deutlich, wie die Blüthe noch im letzten Augenblick alle unmöglichen Anstrengungen macht, um befruchtet zu werden. — Ich habe alle diese Vorgänge an frei wachsenden, nicht bestäubten Blüthen und an Pflanzen, von denen ich die Insekten fernhielt, so häufig verfolgen können, und das reiche Beobachtungsmaterial, das mir im Garten des Herrn Fröbel zur Verfügung stand, in dieser Richtung so eingehend untersucht, dass ich zu der festen Ueberzeugung gekommen bin, es seien auch diese niedrigen, noch nicht einem speciellen Besucherkreis angepassten Blüthen, gerade wie die früher beschriebenen aus den Familien der *Cruciferen* und der *Crassulaceen*, oder vielleicht in noch höherem Grade im Stande, ihre Bestäubungseinrichtungen während der Anthese in zweckmässiger Weise, insbesondere so zu verändern, dass bei ausgebliebener Fremdbestäubung am Ende der Anthese Autogamie eintritt. — Dass aber auch in den Blüthen, die keine Allogamie erfuhren, die spontane Autogamie sehr oft zu spät eintritt, bewies mir die Thatsache, dass unter

zahlreichen bei Insektenabschluss beobachteten Blüthen, die alle die beschriebenen Autogamiebewegungen, zum Theil sogar in dem soeben geschilderten hohen Ausbildungsgrad zeigten, nur wenige wirklich Fruchtknotenanschwellungen etc. erkennen liessen. — Ich halte die immer gegen Ende der Funktion der Griffel vorkommenden Auswärtsbewegungen derselben nicht für eine Anpassung an Autogamie, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Autogamie erfolgt dabei doch nur selten. 2. Bei andern Arten von *Saxifraga* finden wir diese Bewegungen wieder. Meist treten sie aber viel später, erst wenn beide Sexualorgane schon welk sind, ein, und sind deutlich als Folgeerscheinung der Reifung des Fruchtknotens und der dabei vor sich gehenden Streckungen etc. im Gynäceum zu erkennen. Da bei dieser Art, vielleicht infolge einer gewöhnlich früh eintretenden Fremdbestäubung, jene Bewegungen der Griffel meist eintreten, wenn noch frische Papillen und viel Pollenstaub vorhanden sind, so können sie hier zufällig Autogamie bewirken. Es ist sogar denkbar, dass diese Nebenerscheinung der Reifung des Fruchtknotens durch direkte Anpassung oder infolge natürlicher Auslese nach und nach in den Dienst der Autogamie tritt und dass dann diese Bewegungen allmählich früher und nicht mehr als Folgeerscheinung der eingetretenen Befruchtung, sondern auch, wenn eine solche nicht stattfand, ausgeführt werden könnten. Es wäre darum nicht zu verwundern, wenn einmal eine *Saxifraga*-Bestäubungseinrichtung gefunden würde, in welcher solche Bewegungen der Griffel am Ende der Anthese regelmässig zur Selbstbestäubung gebraucht werden. *S. Burseriana L.* ist aber noch nicht so weit; hier haben wir in diesen Bewegungen noch lediglich Folgeerscheinungen der Reifung des Fruchtknotens zu erblicken, die nur gelegentlich zu einer dann natürlich nutzlosen Berührung der Sexualorgane führen können. — Das beweist auch der Umstand, dass bei den oben beschriebenen unbestäubten Blüthen ein Auswärtsbewegen der Griffel niemals vorkommt. 3. Einen dritten Beweis dafür, dass jene Griffelbewegungen nicht als Anpassungserscheinungen an Autogamie aufgefasst werden dürfen, lieferte mir eine Blüthe, bei der diese Bewegungen besonders früh eintraten, — als die Narbe noch ganz frisch war und die innern Staubblätter noch in der aufgerichteten Stellung, in der sie während der ersten Zeit ihrer Thätigkeit sich befinden, dastanden. Da liess sich nun ganz deutlich verfolgen, wie jener innere Staubblattkreis, viel früher als das sonst geschieht, sich ganz weit nach aussen begab, wie um einer Berührung mit den Narben zu entgehen. —

Ich habe noch einige andere Abweichungen von dem oben geschilderten allgemeinen Verhalten des Bestäubungsapparates von *S. Burseriana L.* notiert: Sehr häufig wachsen, z. B. bei Beginn ihrer Funktion, die Staubfäden über die Narben hinaus, und erst später, nach erfolgtem Zusammenlegen der Griffel, strecken sich auch diese noch bis zur gleichen Höhe mit den Staubblättern — eine Einrichtung, die spontane Autogamie am Anfang der Anthese zu verhindern, an ihrem Ende zu begünstigen im Stande ist. — Sehr selten fand ich die Erscheinung, dass die beiden Griffel sich erst zusammenlegten, wenn schon 2 oder 3 Antheren stäubten. — Von den Abänderungen in der Färbung des Nektariums wurde schon oben gesprochen. — Eine Anzahl von Blüthen zeigten auch ein abweichendes Verhalten hinsichtlich der Oeffnungsweite der Krone. Die Petalen sind hier, nicht wie bei allen übrigen Blüthen, zur Zeit, da die Antheren auf dem Höhepunkt ihrer Thätigkeit angelangt sind, schwach schief aufwärts, sondern tellerförmig nach aussen, ja sogar nach rückwärts gerichtet, so dass die Ränder der einzelnen Kronblätter einander seitlich nicht mehr berühren. Diese Abänderungen scheinen zum Theil auf Boden, Trockenheit etc. zurückführbar zu sein. Es sei noch bemerkt, dass sich z. B. die Blüthen der oben besprochenen *S. Scardica Gris.* auch regelmässig im spätern Verlauf der Anthese so stark öffnen. Auch hier ist es denkbar, dass ursprüngliche blosse Folgen von Trockenheit, Belichtung, Bodenverhältnissen etc. nach und nach zu bestimmten biologischen Zwecken fixiert werden können. — Nur wenige Blüthen endlich öffnen sich weniger weit, als die normalen Exemplare, und ein Exemplar von *S. Burseriana L.* schloss, wie mir Herr Prof. Schröter mittheilte und durch die an den Petalen des betreffenden Topfexemplares sichtbaren Antherenabdrücke bewies, seine Blüthen während einer Nacht vollständig. Dieser Erscheinung kann in diesem Falle nicht wohl eine Bedeutung für die Bestäubung zugeschrieben werden; auch fand ich sie, obwohl ich *S. Burseriana L.* und andere Arten der Gattung eifrig daraufhin prüfte, in keinem Falle wieder. (Höchst wahrscheinlich wurde sie durch die Veränderungen in der äusseren Umgebung — das Topfexemplar wurde aus dem Garten des Herrn Fröbel ins Zimmer gebracht — hervorgerufen.)

Nach eingetretener Befruchtung und gewöhnlich wenn die Antheren noch Blüthenstaub besitzen, beginnen sich die Griffel intensiv roth zu färben. Dann verwelkt die Krone und der Fruchtknoten schwillt stärker an. Bei den oben beschriebenen Blüthen mit ausgebliebener Kreuzung tritt auch diese Rothfärbung der Griffel auf diesem Stadium noch nicht ein.

Die Blumen wurden von zahlreichen Honigbienen besucht, während die dicht daneben stehenden gelben Blüthen von *S. Scardica Gris.*, die reichlich ihren nur ganz wenig leichter zugänglichen Nektar absonderten, ganz leer ausgingen, obwohl auch sie in ziemlich grosser Anzahl vorhanden waren. — Die Insekten fliegen meist auf die Mitte der Blume an, halten sich an den Griffeln fest, und führen während der Ausbeutnug des Nektars drehende Bewegungen aus, die jedoch lange nicht so regelmässig sind, wie bei den *Crassulaceen*. Da durch das Auseinanderspreizen der Griffel und die Einwärtsbewegungen der zu stäuben beginnenden Antheren Narbe und Staubbeutel zur Zeit ihrer Funktion am selben Ort in der Blüthe sich finden, so ist durch jene Art der Bewegung hier und bei den meisten andern Arten der Gattung die Kreuzung gesichert. — Indirekte Autogamie ist nicht ganz ausgeschlossen. — Einige die Blüthen besuchende Dipteren, die aber häufiger die danebenstehende *S. Scardica Gris.* beflogen, führten in denselben keine drehenden Bewegungen aus und scheinen überhaupt bei *S. Burseriana L.* die Kreuzung nur in ganz unvollkommener Weise zu vermitteln.

56. Saxifraga Burseriana L. f. major h.

Diese Form wurde gleichzeitig, wie die zuletzt beschriebene im Garten des Herrn Fröbel in Zürich beobachtet.

Sie verhält sich in ihren blüthenbiologischen Merkmalen, aber auch in Grösse, Form und Farbe der Blüthentheile etc. ähnlich, wie *S. Burseriana L.*, in manchen Beziehungen dagegen noch eher, wie *S. diapensioides L.* Die Filamente sind hier gegen Ende des weiblichen Stadiums schon länger, als bei *S. Burseriana L.*, die Blüthen überhaupt etwas weniger dichogam. Immerhin beginnen zu einer Zeit, da die Narbenpapaillen zum Theil schon zu vertrocknen anfangen, die Antheren kaum erst zu stäuben. Wie bei der Stammart, habe ich keine Autogamiebewegungen der Staubfäden beobachtet.

57. Saxifraga sancta Griseb. (Taf. XI, Fig. 308—311.)

Untersucht am 25. April 1901 im botanischen Garten in Zürich.

Je 2—10 Blüthen sind zu einer doldenartigen Traube vereinigt. Seltener stehen die Blümchen einzeln. Die Kelchblätter sind gelbgrün und tragen keine Drüsenhaare. Ich sah denn auch recht häufig Ameisen auf den Blüthen herumkriechen. Die geöffnete Krone hat einen Durchmesser von 4,5—5,5 mm. Diejenigen Kelch- und Kronblätter, die auf der Seite der zuerst aufspringenden Antheren liegen, öffnen sich, wie dies bei manchen andern *Saxifraga*-Arten in mehr oder weniger hohem Grade auch zutrifft, früher, als die andern, den zuletzt aufbrechenden Staubgefässen opponierten. Jene bleiben auch während der ganzen, 8—10 Tage dauernden Blüthezeit grösser, als diese, so dass die Blüthe einen deutlich wahrnehmbaren, ja auffallenden asymmetrischen Bau der Krone erhält. Die Kronblätter sind lanzettförmig und so schmal, dass sie sich auch am Anfang der Anthese seitlich nicht berühren. Sie sind chromgelb gefärbt und besitzen weder Adern noch dunklere Basis.

Der Nektar ist halb geborgen. Es besteht ein erheblicher zeitlicher Unterschied in der Oeffnung der äussern und der innern Antheren, so dass die beiden Kreise von Staubblättern immer ein ganz verschiedenes Aussehen haben. Die Staubfäden führen während der ganzen Anthese keinerlei Bewegungen aus, welche Autogamie bewirken könnten.

Die Blüthen sind ebenfalls protogynisch. Die Griffel neigen sich erst zusammen, wenn die Narben abgestorben sind. Erst jetzt beginnen die äussern Staubblätter zu stäuben. Wenn dann auch der innere Staubblattkreis in Funktion tritt, so sind die Antheren der äussern Staubfäden bereits abgefallen, und die Griffel haben sich wieder voneinander entfernt. Auch wenn jetzt die Narben noch frisch wären, könnte doch keine Autogamie eintreten, weil die Staubfäden sich bei Aufnahme ihrer Thätigkeit bis ziemlich weit über die Narben hinausstrecken (im Unterschied zu allen bisher behandelten

Arten!). Sobald die Narben tot sind, beginnen sich die Griffel intensiv roth zu färben. Dadurch unterscheiden sich die im zweiten, männlichen Stadium befindlichen Blüthen auf den ersten Blick von den jüngern, weiblichen Exemplaren. — Auch wenn die Griffel wieder auseinandergegangen sind, stäuben die Narben noch einige Zeit. Während im ersten, weiblichen Stadium die Krone tellerförmig geöffnet ist, so schliessen sich die Petala bei Beginn des männlichen Stadiums wieder etwas. Diese Erscheinung ist sehr deutlich wahrzunehmen und spricht ganz gegen die Deutung, die Müller für das umgekehrte Verhalten der meisten andern protogynen Arten von *Saxifraga* gab (Nro. 56, p. 110).

58. Saxifraga pseudo-sancta Janka (S. apiculata Engl.). (Taf. XI, Fig. 312—319.)

Am 24. und 27. April 1901 im botanischen Garten in Zürich und am 28. April bei Herrn Fröbel daselbst untersucht und gezeichnet.

Der besonders nach dem Ende der Blüthezeit stark roth gefärbte Stengel und der gelbgrüne Kelch sind dicht mit Flaumhaaren besetzt. Zwischen diesen stehen einzelne Drüsenhaare, die am Blüthenstiel etwas zahlreicher werden. Dass diese ihren Zweck nur in ungenügender Weise erfüllen, bewiesen mir zahlreiche ungehindert zu den Blüthen aufkriechende Ameisen. — Die 5—6 mm langen, schwefelgelben Kronblätter haben Lanzettform, besitzen keine Nägel und sind mit einer schwachen Mittellinie und einer etwas dunkler gelben Basis versehen. Der Durchmesser der Krone beträgt 10—12 mm, die Höhe der Blüthe 5 oder 6 mm. — Der Nektarring, der sich durch eine etwas dunkler gelbe Färbung deutlich von der Aussenwand des mittelständigen Fruchtknotens abhebt, secerniert so viel Honig, dass sich dieser öfter in kleinen Tropfen dort ansammelt. — Am Anfang und gegen Ende der Anthese, wenn die Krone nur halb geöffnet ist, kann der Nektar von oben nicht gesehen werden, sonst aber wird er nur durch die zeitweise sich erhebenden Filamente geschützt.

Die Blüthen von *S. apiculata Engl.* sind ebenfalls protogyn, und zwar ist der Grad der Dichogamie hier ein stärkerer, als bei *S. Tombeanensis Boiss., Burseriana L., Scardica Gris., sancta Gris., diapensioides Bell. etc.*, und so stark, dass Autogamie meist ganz unmöglich ist. In der Knospe tragen die Narben meist gut entwickelte Papillen, sind aber in den frühesten Knospenstadien noch kreuzweise übereinandergelegt (Fig. 315). Dann öffnen sich die Griffel rasch und erreichen ihre stärkste Ausbildung in der noch geschlossenen Blüthe. Sie tragen auch in diesem Stadium die kräftigsten Papillen. Kurz nach dem Oeffnen der Krone (Fig. 316) ragen die immer noch stark ausgebreiteten Griffel etwas aus der Blüthe hervor, indem sie die kaum schwach geöffneten Blumenblätter leicht auseinanderdrängen. — Während sich die Blüthe ganz öffnet, beginnen sich die Griffel ganz langsam wieder aneinander zu schliessen. Wenn das erste äussere Staubgefäss aufbricht, haben sich die beiden Narben wieder aneinandergelegt, so dass, auch wenn jenes sich ziemlich weit nach innen bewegt, doch niemals Autogamie eintritt (Fig. 317). Während das zweite Staubgefäss seinen Pollen entleert, beginnen die Narben zu verwelken, und sind gewöhnlich schon bei Beginn der Funktion des dritten äussern Staubgefässes nicht mehr empfängnissfähig. In vielen Fällen fand ich auch schon abgestorbene Narben, wenn erst ein Staubgefäss aufgebrochen war (Fig. 312 und 313).

Die Reihenfolge des Oeffnens der Antheren, ist gut wahrnehmbar und ist dieselbe, wie bei andern Arten, was aus den beigegebenen bildlichen Darstellungen (Fig. 312, 318, 319) zu erkennen ist. Die Staubgefässe beginnen ihre Funktion nämlich viel langsamer nacheinander, als bei *S. Burseriana L.* und *Scardica Gris.*, ja nur ganz wenig schneller, als z. B. bei *S. Vandelli Sternb.* Auch der Zeitunterschied zwischen dem äussern und dem innern Kreis ist bei *S. apiculata Engl.* sehr bedeutend, so dass diese beiden Kreise während der ganzen Anthese immer ein durchaus verschiedenes Aussehen haben. — Auch hier sind die männlichen und die weiblichen Organe im ausgewachsenen Zustand gleich lang.

Am Ende der Anthese, wahrscheinlich bereits unter dem Einfluss der Reifungserscheinungen des Fruchtknotens, öffnen sich die nun oben etwas röthlich gefärbten, narbenlosen, dünnen Griffel wieder (Fig. 318). Obwohl einzelne Antheren dann noch etwas Pollen enthalten, ist also doch spontane Auto-

gamie am Schluss der Anthese unmöglich. Wir haben gesehen, dass bei andern Arten, z. B. *S. Burseriana L.* diese Auswärtsbewegung der Griffel thatsächlich zur Autogamie führt. — Ich habe bei *S. apiculata Engl.* auch nie Einwärtsbewegung der Staubblätter, die bei vielen andern Arten so häufig zur Autogamie führt, beobachten können.

Vergleichende Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der besprochenen Arten der Gattung Saxifraga.

Die Kelchblätter tragen fast immer ein sehr wirkungsvolles Drüsenhaarkleid. Die Farbe der Kronblätter ist gelb, resp. roth bei *S. Huetiana Boiss., apiculata Engl., Scardica Gris., aretioides Lap., luteo-viridis Schott. et Kotschy., sancta Gris., Hausmanni Kern.* und *aizoides L.*, grünlichweiss bei *S. varians Sieber*, weiss mit leichten gelben, grünen oder rothen Anflügen bei allen andern Arten. Die meisten weiss blühenden Arten besitzen 3 oder 5 unten gabelig zusammenlaufende, oben mehr oder weniger in der Längsrichtung des Kronblattes verlaufende, grünliche, seltener rothe Adern. Mehrere weissblühende Arten tragen auf ihren Blumenblättern gelbe oder rothe Punkte. Müller deutet diese als Anpassungsmerkmale zur Anlockung von Dipteren. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen aber, dass gerade solche punktierte Blüthen oft zu einem so hohen Grad von Honigbergung vorgeschritten sind, dass Fliegenbesuch ausgeschlossen ist (z. B. *S. cochlearis Reich.* und *aizoon Jacq. var. robusta Engl.*). Zu der von Kirchner (Nro. 34) aufgestellten Regel, dass alle Arten mit weissen und punktierten Petalen zugleich protrandrisch sind, bietet sich hier keine Ausnahme. Durch Veränderung der Farbe der Punkte und der übrigen Farben und Formen der Blüthentheile gewinnen solche Blumen im zweiten, weiblichen Stadium oft ein ganz anderes Aussehen, als im ersten, männlichen. *(S. capillaris h., aspera L.* u. a.*)*

Der Krondurchmesser steigert sich, wie bereits H. Müller (Nro. 56, p. 110) angiebt, besonders bei den protogynen Arten im spätern Verlauf der Anthese sehr stark. *(S. Burseriana L., Scardica Gris., diapensioides Bell. etc.)*. Eine derartige, die beiden Stadien unterscheidende Vergrösserung der Blumenkrone durch Wachsthum und besonders durch stärkeres Oeffnen der Blumenblätter kommt aber auch bei einigen der untersuchten protrandrischen Arten vor *(S. aretioides Lap., irrigua M. Bieb.*, in geringerem Grade auch bei *S. Churchilli h., cochlearis Reich.* und andern Arten) und die protogyne *S. sancta Gris.*, und andere schliessen sogar ihre Krone im zweiten, männlichen Stadium wieder etwas. Diese Erscheinung kann nach der Müller'schen Erklärung, dass diese Grössendifferenzen den Zweck haben sollen, die Reihenfolge der Besuche eines Insektes in der für die Bestäubung günstigen Weise geschehen zu lassen, nicht verstanden werden. (Vergl. die Anmerkung Kirchners in Nro. 34, p. 374.)

Fast ganz oder gänzlich geschlossen bleibt die Krone nur bei 2 der von uns untersuchten Formen: bei *S. tridactylites L.* und *luteo-viridis Schott. et Kotschy.* Bis zum Zurückschlagen am Ende der Anthese öffnet sie sich bei *S. capillaris h.* Auch der Kelch schlägt sich oft nach hinten zurück: bei *S. capillaris h.* u. a. im ersten, bei *S. Huetiana Boiss.* u. a. im zweiten Blüthenstadium, bei *S. peltata Torr.* und andern während der ganzen Anthese.

Ueber die Lage des Fruchtknotens schreibt H. Müller (Nro. 56, p. 111): „Wie die *Crassulaceen* in der Zahl der Blüthentheile, so bieten die *Saxifraga*-Arten in der Lage des Fruchtknotens eine lehrreiche Reihenfolge von Abstufungen dar. Ursprünglich war derselbe vermuthlich, wie bei den *Crassulaceen*, oberständig, und sonderte aus der Aussenwand seiner Basis Honig ab. In dem Grade, als er sich dann tiefer in den Blüthenboden hineinsenkte und mit dem Kelche verwuchs, rückte der Honig absondernde Ring von der Basis aufwärts an ihm empor, so dass er bei den *Saxifraga*-Arten mit unterständigem Fruchtknoten eine die beiden Griffel umschliessende fleischige Scheibe darstellt."

Ueber die Honigbergung sagt derselbe (Nro. 56, p. 109): „Die zahlreichen alpinen *Saxifraga*-

Arten stimmen fast sämmtliche darin überein, dass sie von der Aussenwand abgesonderten, unmittelbar sichtbaren Honig darbieten, zu welchem rein weisse oder gelb oder purpurn gesprenkelte oder schmutziggelbe Blumenblätter eine bunte Schaar kurzrüsseliger Insekten, in überwiegender Zahl jedoch Fliegen, so erfolgreich herbeilocken, dass Kreuzung durch dieselben gesichert ist und der Nothbehelf der spontanen Selbstbefruchtung entbehrt werden kann und thatsächlich durch ausgeprägte Dichogamie ganz oder fast ganz unmöglich geworden ist."

Unter den im Vorstehenden beschriebenen Blüthen gehören zahlreiche zu diesen ganz offenen Honigblumen. Daneben aber wurden auch noch viele mit ganz oder theilweise gegen kurzrüsselige Insekten geborgenem, von oben nur selten oder nie sichtbarem Nektar untersucht. Unter diesen haben unterständige Fruchtknoten die Arten *S. irrigua M. Bieb., granulata L., Wallacei Mc. Nab., canaliculata Boiss. et Reut., trifurcata Schrad.* u. a. und ganz oder theilweise oberständige Fruchtknoten die Blüthen von *S. marginata Sternb., patens Gaud., sancta Gris., apiculata Engl.* u. a. Wir sehen also, dass der Grad der Bergung des Nektars nicht korrelativ mit der Lage des Fruchtknotens zunimmt. Wir haben ja sogar Blüthen mit unterständigem Fruchtknoten und dennoch offenem Honig kennen gelernt *(S. Gaudini Bruegg., Churchilli h., globulifera Desf., ajugaefolia L., varians L.* u. a.). Dies erklärt sich leicht daraus, dass nicht nur durch die Lage des Fruchtknotens, sondern auch noch durch zahlreiche andere Momente, wie den Grad der röhrigen Ausbildung des untern Theils der Krone, das Anpressen der Filamente an das Gynäceum, die Stärke der Oeffnung der Krone und der Bewegungen der Filamente etc. die Honigbergung zu Stande kommt.

Die grosse Mehrzahl der betrachteten *Saxifraga*-Blüthen sind protrandrisch. Nur *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy* ist ganz homogam. Sehr schwach dichogam ist auch *S. tridactylites L.* Protogynisch sind die Arten *S. latifolia Ser., Kotschyi Boiss., arctioides Lap., Scardica Gris., marginata Sternb., diapensioides Bell., Tombeanensis Boiss., Vandelli Sternb., Burseriana L., sancta Gris., apiculata Engl. (pseudo-sancta Janka).*

Schon H. Müller fasste (Nro. 56, p. 110) die verschiedene, aber immer ausgeprägte Dichogamie bei der Gattung *Saxifraga* als einen „Beweis dafür auf, dass die Dichogamie nicht von den Stammeltern der Gattung ererbt sein kann. Diese müssen vielmehr gleichzeitige Entwicklung der beiden Geschlechter und bei ausbleibendem Insektenbesuche regelmässig erfolgende spontane Selbstbefruchtung besessen haben. Erst in den einzelnen Zweigen, in die sich der ursprüngliche gemeinsame *Saxifraga*-Stamm spaltete, steigerten sich die Insekten anlockenden Eigenschaften allmählich so, dass Selbstbefruchtung entbehrlich und Kreuzung allein vortheilhaft wurde, und nun erst wurde Protrandrie oder Protogynie ausgeprägt."

Einen Beweis dafür, dass die Stammeltern aller *Saxifraga*-Arten homogam waren, können wir nach Fisch (Nro. 20) auch darin erblicken, dass die meisten der betrachteten protrandrischen (z. B. *S. patens Gaud., irrigua M. Bieb., decipiens Ehrh., Wallacei Mc. Nab., granulata L.*) und protogynischen (z. B. *S. apiculata Engl., arctioides Lap., marginata Sternb.*) *Saxifraga*-Blüthen knospenhomogam sind. Andeutungsweise kommen bei einigen Arten (z. B. *peltata Torr.*, auch hier jene bei den *Cruciferen* so häufigen und für niedrig angepasste, oft protrandrisch, oft protogynisch entwickelte Blüthen charakteristischen ungleich raschen Entwicklungen der Sexualorgane zu verschiedenen Zeiten vor.

H. Müller fährt dann fort: „Innerhalb derselben ursprünglich homogamen Art konnte, wie uns z. B. *S. tridactylites L.* zeigt, an der einen Lokalität protrandrische, an einer andern protogynische Dichogamie zur Ausprägung gelangen, und diese Zerspaltung einer Art in 2 gesonderte Formenkreise mag vielleicht in einzelnen Fällen zur Ausbildung verschiedener Arten geführt haben."

Die vorliegenden Untersuchungen liefern nun einige weitere Beiträge zur Kenntniss von lokalen Verschiedenheiten der Bestäubungseinrichtungen innerhalb derselben Art. Man vergleiche die bezügl. Mittheilungen über *S. tridactylites L., decipiens Ehrh., stellaris L., varians Sieber., bryoides L., diapensioides Bell., tricuspidata Retz., paradoxa Kit., aizoides L., Geum L., Burseriana L., squarrosa Sieber* und *Tombeanensis Boiss.*

Auch hier finden wir, ähnlich wie bei den früher betrachteten Formenkreisen der *Cruciferen* und den Gattungen *Sedum* und *Sempervivum* die Erscheinung, dass sich Bewegungen der Filamente

lange erhalten, aber ganz verschiedenen Zwecken (Allogamie durch Heben der Antheren über die Mitte der Blüthe und an dieselbe Stelle, wo zu einer andern Zeit die Narben stehen, Autogamie durch Anlegung der Staubgefässe an die Narben, Verhinderung der Autogamie durch Wanderung der Staubblätter nach aussen u. s. f.) dienen, ja oft ganz unzweckmässig oder mindestens unnütz werden. Bei einzelnen protogynen Arten (*S. Burseriana L., Vandelli Sternb., diapensioides Bell.*) sahen wir eine hier ziemlich früh eintretende und häufige Folgeerscheinung der Reifung des Fruchtknotens zufällig Autogamie am Ende der Anthese bewirken und betonten die Möglichkeit, dass solche zweckmässigen Nebenerscheinungen nach und nach von ihrer Ursache unabhängig und fixiert werden können. Es ist sogar denkbar, dass durch einen derartigen Funktionswechsel auch noch andere Erscheinungen, z. B. die Staubblattbewegungen zu erklären sind. — Jedenfalls können wir aus dem allgemeinen Vorkommen der Staubblattbewegungen mit Müller schliessen, dass dieselben im Gegensatz zu der Dichogamie, schon von den Stammeltern der heutigen *Saxifraga*-Arten erworben resp. fixiert worden sind. Müllers Ansicht geht sogar dahin, dass wir hier dieselben Bewegungen vor uns haben, wie bei den *Parnassien*, den nahe verwandten *Crassulaceen* und andern verwandten Sippen. Die vorliegenden Einzelbeschreibungen sowie meine später zu veröffentlichen Untersuchungen anderer *Saxifragaceen*-Blüthen sprechen durchaus nicht gegen diese Anschauung.

Autogamie kommt mit alleiniger Ausnahme von *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* immer höchstens am Ende der Anthese vor. Sehr viele Arten entbehren sie ganz. Besonders hinsichtlich des Vorkommens des Nothbehelfs der spontanen Selbstbestäubung am Ende der Anthese sind die Abänderungen, auch innerhalb derselben Art an gleichen oder an verschiedenen Standorten, sehr gross. Sehr oft tritt die centripetale Bewegung der Staubblätter am Ende der Anthese in einzelnen Blüthen zu spät ein, so dass keine Selbstbestäubung mehr eintritt, weil die Sexualorgane schon abgestorben sind. Oft erfolgen in sehr stark protr. dichogamen Blüthen jene Bewegungen immer so spät, d. h., wenn wenigstens die Narben schon ganz verdorrt sind, und sie sind dann nur noch als ein auf eine Zeit mit schwächerer Dichogamie zurückgreifendes Merkmal aufzufassen. Wenn in solchen Blüthen die Narben infolge nicht eingetretener Befruchtung abnorm lange frisch geblieben sind, so kann auch hier noch Autogamie erfolgen. Freilich treten jene Bewegungen oft auch erst ein, wenn die Antheren schon entleert und tot oder abgefallen sind.

Wie die Blüthen der *Cruciferen* und *Crassulaceen* und alle niedrig angepassten Blumen, zeigen auch diejenigen der Gattung *Saxifraga* starke Abänderungen. Die individuellen Variationen der einzelnen Blüthentheile (Schwankungen in der Grösse der Blumenblätter u. s. w.), die zum Theil schon zu lokalen Verschiedenheiten fixiert sind, wollen wir hier nicht näher besprechen, sondern nur noch diejenigen Verschiedenheiten an derselben Pflanze, ja an derselben Blüthe, die wir, ähnlich wie gewisse Vorkommnisse an den Blüthen der *Cruciferen* und *Crassulaceen*, als direkte Anpassungen auffassen müssen. Solche kommen, wie übrigens auch die individuellen Abänderungen, entsprechend der überhaupt etwas stärker fixierten und biologisch höheren Stellung dieser Blüthen, hier nicht so häufig vor, wie bei jenen Sippen; doch haben wir besonders bei einigen protogynischen Arten Vorgänge beschrieben (vor allem bei *S. Burseriana L.*, dann auch bei *luteo-viridis Schott. et Kotschy, apiculata Engl.* u. a.), die wohl nicht anders, denn als direkte Anpassung aufgefasst werden können. So werden oft bei ausgebliebener Kreuzung viel energischere oder ganz andere Staubblattbewegungen, als sonst, ausgeführt, welche bewirken, dass am Ende der Anthese mit Sicherheit Autogamie eintritt, auch wenn sie vielleicht bei normalem Verlauf der Anthese, d. h. bei Eintritt der Fremdbestäubung, nicht erfolgt. Bei einzelnen protrandrischen Arten haben wir auch schwache lokale Verschiedenheiten aufgefunden (*S. varians Sieb.* u. a.) die wohl ebenfalls nicht anders, als durch direkte Anpassung oder Reizwirkung entstanden sein können.

Prüfen wir noch die Frage, inwieweit die biologischen Verschiedenheiten der Blüthen untereinander parallel gehen mit den nicht durch Anpassung entstandenen oder den sog. morphologischen Unterschieden der Pflanzen, d. h. mit ihrer natürlichen Verwandtschaft. Dies geschieht am besten dadurch, dass wir die Bestäubungseinrichtungen der einzelnen Engler'schen Gruppen (Nro. 17) dieser Gattung

gesondert betrachten. Dies hat für die in Deutschland einheimischen Arten der Gattung *Saxifraga* schon Kirchner (Nro. 34) ausgeführt, und wir folgen darum auch in dieser erweiterten vergleichenden Uebersicht Kirchners Darstellungen.

Die erste Gruppe (Reihenfolge und Benennung der Gruppen nach Engler und Prantl, Nro. 18), **Cymbalaria Griseb.**, enthält nur eine durch die vorliegenden Untersuchungen blüthenbiologisch bekannte Art, nämlich *S. Huetiana Boiss. et Reut.* Diese besitzt gelbe Petala, zurückgeschlagene Sepala und einen stark protrandrischen Bestäubungsapparat.

Zu der zweiten Gruppe, **Micropetalum Haw.**, gehört nur der von H. Müller, A. Schulz und Kerner untersuchte protrandrische, polymorphe Typus *S. rotundifolia L.*

In der dritten Gruppe, **Tridactylites Haw.**, kennen wir *S. tridactylites L.* durch Sprengels, H. Müllers, Warnstorfs, Kirchners und meine Untersuchungen; *S. adscendens L.* und *petraea L.* sind durch Mittheilungen Kirchners bekannt. Die beiden erstern Arten zeigen sehr starke lokale Schwankungen, *S. petraea L.* ist protrandrisch.

Aus der Gruppe **Nephrophyllum Gaud.** sind bekannt: *S. arachnoidea Sternb.* durch Kirchner, *S. irrigua M. Bieb.* durch die vorliegenden Mittheilungen, *S. granulata L.* durch Sprengel, H. Müller, Knuth, Kirchner und mich, *S. cernua L.* durch Lindman, Warming, Kerner, Eckstam und Kirchner, und *S. bulbifera L.* durch Delpino. Mit Ausnahme der schwankenden *S. cernua L.* sind diese ebenfalls alle so stark protrandrisch, dass Autogamie meist ganz ausgeschlossen ist. Die ebenfalls in die Nähe gehörende *S. peltata Torr.* ist nach den vorliegenden Untersuchungen protrandrisch, anfangs jedoch protogynisch.

Aus der fünften Gruppe, **Dactyloides Tausch.**, kennen wir die protrandrischen Arten *S. aphylla Sternb., exarata Vill.* durch H. Müller, die ebenfalls stark protrandrischen *S. sedoides L. planifolia Scop.* durch Kirchner, die protrandrische *S. pedemontana All.* überdies noch durch die vorliegenden Untersuchungen, die protrandrische *S. tenella Wulf.* durch Kirchner und mich, die protrandrische, lokal schwankende *S. varians Sieb.* durch mich, die ausgeprägt protogynische *S. muscoides Wulf.* durch H. Müller. Protogynisch sind nach diesem Autor auch *S. androsacea L.* und *S. Seguieri Spr.* Ausgeprägt protrandrisch sind noch folgende Arten: *S. ajugaefolia L.* nach den vorliegenden Untersuchungen, ebenso *S. aquatica Lap.* und *S. capitata Lap., S. Camposii Boiss. et Reut. (S. Wallacei Mc. Nab.), canaliculata Boiss. et Reut.* und *trifurcata Schrad.*, mässig protrandrisch, ebenfalls nach den vorliegenden Untersuchungen, ist *S. globulifera Desf.*, noch schwächer *S. geranioides L. S. pedemontana All.* ist nach Kirchners und meinen Beobachtungen stark protrandrisch. *S. decipiens Ehrh.* blüht nach den hier vorliegenden Beschreibungen stark protrandrisch, ist aber unmittelbar vor der Oeffnung der Blüthen noch homogam. Nach Warming schwankt diese Art in arktischen Gegenden zwischen Homogamie und Dichogamie. Schwankend ist nach Lindman und Eckstam auch die Bestäubungseinrichtung von *S. caespitosa L.* Die mit der nach H. Müller sehr stark protrandrischen *S. exarata Vill.* nahe verwandte Art *S. moschata Wulf.* ist nach demselben Autor ausgeprägt protogynisch, während die *var. pygmaea Haw.* und *var. atropurpurea Sternb.* von *S. moschata Wulf.*, erstere nach Kirchners und meinen eigenen, letztere nach Kirchners Beobachtungen, ausgeprägt protrandrisch blühen. Aus den vorliegenden Untersuchungen sind noch zu nennen die mit *S. decipiens Ehrh.* nahe verwandten Formen *S. stenophylla Royle* und *S. Churchilli h.*, die stark, *S. „rosulario“ h.*, die mässig protrandrisch, *S. decipiens Ehrh. var. quinquefida Haw. (S. ceratophylla Willd.)*, die protrandrisch und schwankend blühen, ferner die sehr stark protogyne *S. latifolia Ser.* — Nach den vorliegenden Einzelbeschreibungen neigen insbesondere die Blüthen aus dieser Gruppe zur Verkümmerung der Staubgefässe.

Aus der sechsten Gruppe, **Boraphila Engl.**, sind 3 Arten bekannt, die nach den Untersuchungen von H. Müller, Warming, Schulz, Lindman, Eckstam, Kerner, Axell, Kirchner und mir an den einen Orten protrandrisch, an andern protogyn bis homogam blühen.

Die siebente Gruppe, **Diptera Borkhausen** enthält noch keine blüthenbiologisch genauer untersuchten Formen.

Aus der Gruppe **Hirculus Tausch.,** kennen wir nur die Blütheneinrichtung von *S. Hirculus L.* Dieselbe ist nach Warming im Norden protrandrisch.

In die neunte Gruppe, **Trachyphyllum Gaud.,** gehören die sehr stark protrandrische, von H. Müller und mir untersuchte *S. aspera L.*, die etwas weniger dichogame, von Kerner, H. Müller und mir untersuchte lokal variierende *S. bryoides L.*, die nach meinen Beobachtungen protrandrische *S. bronchialis L.* und die nach Warming und mir schwankende *S. tricuspidata Retz.*, ferner die von Engler, H. Müller, Warming, Schulz, Axell und mir untersuchte, schwach lokal variierende, aber immer protrandrische *S. aizoides L.*

Die Gruppe **Robertsonia Haw.** besteht aus den drei protrandrischen Arten *S. umbrosa L.*, *cuneifolia L.*, und *Geum L.*, die von Sprengel, Delpino, Kerner, Kirchner und mir untersucht wurden.

Wir kommen zur Besprechung der elften Gruppe, **Euaizoonia Schott.** Die von Stadler untersuchte, gelbblühende *S. mutata L.* und der Bastard dieser Art mit *S. aizoides L.*, *S. Hausmanni Kern.*, der im Vorstehenden beschrieben ist, sind ausgeprägt protrandrisch, ebenso die weissen, von Sprengel, Müller, Warming, Lindmann und Briquet untersuchten Arten *S. Aizoon Jacq.* und *Cotyledon L.* *S. altissima Kern.* und *crustata Vest.* sind nach Kirchners und meinen eigenen Untersuchungen bekannt und blühen ausgeprägt protrandrisch, ebenso die im Vorstehenden besprochene Form *S. pectinata Schott.* der zuletzt genannten Art. Nach meinen eigenen Beobachtungen sind ferner protrandrisch die Arten *S. lingulata Bell., catalaunica Boiss. et Reut., cochlearis Reich., Aizoon Jacq. var. robusta Engler, Aizoon Jacq., f. Sturmiana Schott., Aizoon Jacq. var. cartilaginea Willd.* und der Bastard *S. Forsteri Stein.* Die Bestäubungseinrichtungen dieser Gruppe sind also nicht so mannigfach, wie diejenigen der frühern. — Häufig finden sich aber hier rothe und gelbe Flecken auf den Petalen.

Die zwölfte Gruppe, **Kabschia Engl.** enthält protogynische und protrandrische Arten. Protogynisch sind *S. Kotschyi Boiss., arctioides Lap., Scardica Gris., marginata Sternb.* nach den vorliegenden Untersuchungen, *S. diapensoides Bell.* und *Tombeanensis Boiss.* überdies noch nach Kirchner, *S. Vandelli Sternb.* nach den vorliegenden, *S. Burseriana L.* nach den Untersuchungen von Kerner, Kirchner und mir, *S. Burseriana L. f. major, sancta Gris.* und *pseudosancta Janka (apiculata Engl.)* nach meinen Untersuchungen. Protrandrisch sind *S. Rocheliana Sternb. (coriophylla Gris.)* und *S. patens Gaud. (S. aizoides × Caesia)* nach meinen Untersuchungen, *S. squarrosa Sieber* überdies noch nach Kirchner, *S. Caesia L.* nach den Beobachtungen Kirchners und H. Müllers. Homogam infolge sekundärer Umbildung der Blütheneinrichtung zur Kleistogamie ist nach den vorliegenden Untersuchungen *S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.* — Die meisten Arten sind, wie Kirchner bemerkt, zwergig und mit nur wenigen Blüthen an einem Stengel versehen.

Die dreizehnte Gruppe, **Porphyrion Tausch,** enthält Arten mit purpurnen oder violetten Blüthen. Es sind blüthenbiologisch nur bekannt die 3 Arten *S. oppositifolia L., retusa Gaud.* und *biflora All.*, erstere durch Untersuchungen von Axell, Ricca, H. Müller, A. Schulz, Warming, Lindman und Eckstam, die beiden andern durch Kirchner. *S. oppositifolia L.* schwankt in der Ausbildung der Dichogamie lokal sehr stark, doch ist Protrandrie am häufigsten. *S. retusa Gaud.* und *biflora All.* sind ausgeprägt protogynisch mit langlebigen Narben.

Die vierzehnte und letzte Gruppe der Gattung *Saxifraga* enthält nur wenige und gar keine blüthenbiologisch bekannten Arten.

Nach dieser Uebersicht über die Bestäubungseinrichtungen der einzelnen Artengruppen der Gattung *Saxifraga L.* können wir nun mit Kirchner (Nro. 34, p. 373) sagen, „dass sich in dieser Hinsicht nahe verwandte Formen oft übereinstimmend verhalten, dass aber morphologisch einander sehr nahe stehende Arten und selbst Varietäten einer und derselben Art oft wieder sehr stark voneinander abweichen.“ Ergiebt also die vorstehende Uebersicht nach dieser Seite hin auch kein neues Resultat, so kann sie uns doch immerhin zeigen, welche Formen und Gruppen besonders stark variieren und darum für zukünftige Forschungen von besonderem Interesse sein werden, und uns durch Vergleich mit einem Ge-

sammtverzeichniss der Arten, Unterarten, Varietäten etc. dieser Gattung (Nro. 17) ein Bild davon verschaffen, inwieweit die Gattung *Saxifraga L.* blüthenbiologisch ist.

Eine derartige Vergleichung kann uns allerdings nur recht bescheiden machen; denn sie zeigt, dass wir auch von den am besten durchforschten Gruppen nur einen geringen Procentsatz kennen, trotzdem eine umfassende Kenntniss gerade dieser Gattung wegen ihrer enormen blüthenbiologischen Mannigfaltigkeit im Interesse des Verständnisses blüthenbiologischer Merkmale überhaupt sehr wünschbar wäre. Die sehr wenigen Arten, von denen zahlreiche, nicht nur von verschiedenen Forschern, sondern auch in verschiedenen Gegenden ausgeführte Untersuchungen vorliegen, überzeugen uns von den enormen lokalen Verschiedenheiten der Bestäubungseinrichtungen bei einer und derselben Art und lassen uns vermuthen, dass nur das Fehlen von Beobachtungen aus verschiedenen Gegenden die Ursache davon sei, dass in der vorstehenden Uebersicht relativ nur so wenige Arten von *Saxifraga* als in ihrer Bestäubungseinrichtung und besonders in der Ausbildung der Dichogamie, schwankend bezeichnet wurden. Jedenfalls haben wir es hier, wie schon Müller sagte und wie wir bereits oben bemerkten, mit Blüthen zu thun, deren Stammeltern noch homogam waren und die auch heute noch nur schwach an ihre Umgebung angepasst, aber dafür jederzeit im Stande sind, unter gewissen äussern Einflüssen ihre Bestäubungseinrichtungen direkt oder indirekt in zweckmässiger Weise abzuändern. Da gerade die vorstehenden Untersuchungen zeigen, dass oft jene lokalen Unterschiede bei geringer Entfernung sehr gross sein können, und da wir ja auch einige direkte Beweise für die Fähigkeit mancher *Saxifraga*-Blüthen, sich direkt anzupassen, gefunden haben, so liegt die Wahrscheinlichkeit sehr nahe, dass jene lokalen Unterschiede der Bestäubungseinrichtungen innerhalb derselben Art, ja vielleicht auch die blüthenbiologischen Unterschiede der Arten selbst, nicht nur durch natürliche Auslese, wie dies bisher als selbstverständlich angenommen wurde, sondern ebenso sehr oder noch mehr durch direkte Anpassung entstanden sind.

Wir sind am Ende unserer Betrachtungen angelangt. Es wird dem Leser nicht entgehen, dass ich die theoretischen Folgerungen nicht ziehe, zu denen mich die Resultate der vorliegenden Untersuchungen berechtigen, dass ich insbesondere die aufgefundene Thatsache nicht verwerthe, dass niedrig angepasste Blumen, wie diejenigen der *Cruciferen*, *Crassulaceen* und der Gattung *Saxifraga* sich unter gewissen äussern Einflüssen zweckmässig umzugestalten, und insbesondere bei ausbleibender Kreuzung ihre Bestäubungseinrichtungen so umzuändern vermögen, dass am Ende der Anthese mit Sicherheit Autogamie eintritt, und dass diese Blüthen auch sonst ganz bestimmte Anpassungen an die besuchenden Insekten erkennen lassen. Ich ziehe vorderhand jene Folgerungen nicht, um den Rahmen dieser Arbeit, die lediglich einen Beitrag zur Kenntniss der Blüthenbiologie der genannten Formenkreise geben will, nicht zu überschreiten, und weil ich vorher noch weitere Beweise für die enorme direkte Anpassungs- und Variationsfähigkeit niedriger Blüthen zu sammeln gedenke.

Verzeichniss

der

wichtigsten Litteratur.

1. Axell, Severin, Om anordningarna för fanerogama växternas befruckting. — Stockholm 1869.
2. Beck, Günther, v. Managetta, Ueber die individuelle Variation der Blüthen. — Wiener illustr. Gartenzeitg. 1896, VII., p. 229—235.
3. Bonnier, Gaston, Les nectaires, Etude critique anatomique et physiologique. — Paris 1879.
4. Celakowsky, L. J., Ueber den phylogenetischen Entwicklungsgang der Blüthen und über den Ursprung der Blumenkrone. — Sitz.-Ber. d. königl. böhm. Ges. d. Wissensch., Math.-naturwissensch. Klasse. Bd. XV, 1896. — Ref.: Bot. Centralbl. 72, p. 142. — B. Jb. 97, II., p. 8.
5. Clos, Le polymorphisme floral et la phytographie. — Ref.: Bot Jb. 94, II.
6. Darwin, Charles (Rérolle), De la fécondation des Orchidées. — Paris 1891.
7. — —, The effects of Cross- and Self-Fertilisation in the Vegetable Kingdom. — London 1876.
8. — —, The different forms of flowers on plants of the same species. — London 1880.
9. Delpino, Fred., Ulteriori osservazione sulla dicogamia nel regno vegetale. Atti della Soc. Ital. delle, Sc. Nat., Milano Vol. XI, XII.
10. — —, Ueber Dichogamie im Pflanzenreich. — Glogau 1870.
11. — —, Eintheilung der Pflanzen nach dem Mechanismus der dichogamen Befruchtung. — Bot. Ztg. XXIX, 1871.
12. Eichler, Blüthendiagramme. — Leipzig 1875 und 1878.
13. Ekstam, O., Zur Kenntniss der Blüthenbestäubung auf Nowaja-Semlja. — Oefvers. k. Svensk. Vetensk.-Acad. Förhandl. 1894, Nro. 2, p. 79—84.
14. — —, Zur Blüthenbestäubung in den schwedischen Hochgebirgen. — A. s. O. 1894, Nro. 8, p. 419—431.
15. — —, Blüthenbiologische Beobachtungen auf Nowaja-Semlja. Aftryk of Tromsø Museums Aarshefter XVIII, p. 109—198. Tromsø 1899. — Ref.: Bot. Centralbl. 73, p. 14—18. (Knuth).
16. — —, Einige blüthenbiologische Beobachtungen auf Spitzbergen. — Bot. Centralbl. 78, p. 51 ff. — Ref.: B. Jb. 1898.
17. Engler, A., Monographie der Gattung Saxifraga. — Breslau 1872.
18. — —, Saxifragaceae, in Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. IV, Abth. 3., Theil 2 a, p. 40.
19. Famillier, Ig., Biogenetische Untersuchungen über verkümmerte und umgebildete Sexualorgane. — Dissert. München 1896.
20. Fisch, Ernst, Beiträge zur Blüthenbiologie. Bibliotheca botanica. Heft 48. Stuttgart 1899. — Ref.: Bot. Centralbl., (Kirchner).
21. Focke, W. O., Entstehung des zygomorphen Blüthenbaues. — Oester. bot. Zeitschrift XXXVII, p. 123—126 und 157—161, 1877.
22. Gremli, Exkursionsflora der Schweiz, 9. Aufl., 1901.
23. Hansgirg, A., Phytodynamische Untersuchungen. — Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft VIII, 1890, p. 345. — Ref.: Biol. Centralbl. 1891, Nro. 15, 16. — Bot. Jb. 1889, p. 523 und 1891, I., p. 411.

23. a — —, Beiträge zur Kenntniss der Blüthenombrophobie. — Sitz.-Ber. d. böhm. Akademie d. Wissensch. 1896, Nro. XXXIII. — Ref.: Bot. Centralbl., LXX, p. 272. — Bot. Jb. 1896, I., p. 134.

23. b — —, Neue Untersuchungen über den Gamo- und Karpotropismus, sowie über die Reiz- und Schlafbewegungen der Blüthen- und Laubblätter. — Sitz.-Ber. d. k. böhm. Gesellschaft d. Wissenschaften 1897.

24. Hildebrand, F., Die Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen. — Leipzig 1867.

25. — —, Vergleichende Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. — Pringsh. Jahrbuch, Bd. XII, 1881, p. 10—48.

26. — —, Ueber eine zygomorphe Fuchsia-Blüthe. — Bot. Centralbl., Bd. LXXVII, p. 177, 1899.

26. a — —, Einige biologische Beobachtungen. — Ber. d. deutsch. bot. Gesellschaft, 1896, p. 325.

27. Jordan, Die Stellung der Honigbehälter und der Befruchtungswerkzeuge in den Blumen. — Inaug.-diss., Halle a. S., 1886. — Ref.: Bot. Centralbl., Bd. XXVIII, p. 68 ff., 1886.

28. Keller, S. Schinz.

29. Kerner v. Marilaun, Anton, Das Pflanzenleben. 2. Aufl., Leipzig und Wien 1896.

30. — —, Wechseln der Blüthenfarbe an Pflanzen derselben Art. — Oestr. bot. Zeitschr. 1889.

31. Kirchner, O., Flora v. Stuttgart und Umgebung etc., 1888.

32. — —, Neue Beobachtungen über die Bestäubung einiger einheim. Pflanzen. — Programm zur 68. Jahresfeier d. Kgl. Württembg. landw. Akad. Hohenheim. Stuttgart 1886. — Ref.: Bot. Centralblatt 31, p. 8.

33. — —, Beiträge zur Biologie der Blüthen. — 72. Jahresfeier zu Hohenheim. Stuttgart 1890.

34. — —, Mittheilungen über d. Bestäubungseinrichtungen der Blüthen. — Sep.-Abdr. aus Jahreshefte d. Ver. f. vaterl. Naturk. in Württemberg 1900, Bd. 56.

35. — —, Zweite Mittheilung. — A. s. O. Bd. 57, 1901.

36. — —, Referat zur Arbeit von Fisch (Nro. 20). — Bot. Centralbl. 1901.

37. Knuth, Flora der nordfries. Inseln III: Beziehungen zwischen Blumen und Insekten (p. 18, 19). — Kiel und Leipzig 1896. — Ref.: Bot. Centralbl., Beih, IV, 1894, p. 225—228. — B. Jb. 94, I., p. 279.

38. — —, Die Blüthenbesucher derselben Pflanzenart in verschiedenen Gegenden. Ein Beitrag zur blüthenbiolog. Statistik. — Beilage 2. Progr. d. Oberrealschule Kiel 1895 und 1896. — Ref.: Bot. Centralbl. LXIV, p. 83—84. — Zool. Centralbl. III, p. 68. — B. Jb. 95, I., p. 88—89.

39. — —, Bijdragen — Bot. Jaarboek Dodonaea, Gent IX, 1897, p. 13—61.

40. — —, Handbuch der Blüthenbiologie. — Leipzig 1898.

41. — —, Nachweis der Nektarien auf chemischem Wege. — Bot. Centralbl. 1898.

42. Krasan, F., Untersuchungen über die Ursachen der Abänderungen der Pflanzen. — Bot. Jb. V.

43. Lindman, C. A., Ueber die Bestäubungseinrichtungen einiger skandinavischer Alpenpflanzen. — Bot. Centralbl. XXXIII, p. 58, 1888.

44. Loew, E., Die Veränderungen der Bestäubungseinrichtungen bei Pflanzen derselben Art. — Humboldt VIII, 1889, p. 178 ff. — Ref.: Bot. Centralbl., Beiheft IV, 1891, p. 39. — Bot. Jb. 1889, I, p. 540 und 541.

45. — —, Anleitung zu blüthenbiologischen Beobachtungen. — Sep.-Abdr. aus der naturw. Wochenschrift, Berlin 1889.

46. — —, Beiträge zur blüthenbiologischen Statistik. — Verh. bot. Ver. Prov. Brandenburg XXVI, p. 1—13. — Ref.: Bot. Centralbl. 44, p. 228.

47. — —, Blüthenbiologische Floristik, Stuttgart, 1894.

48. — —, Einführung in die Blüthenbiologie auf historischer Grundlage. — Berlin 1895.

49. Ludwig, F., Verschiedene Blüthenformen bei derselben Art. — Biol. Centralbl. IV, p. 225 ff., 1884/85.

50. — —, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. — Stuttgart 1895.

51. — —, Knospenblüthen bei Deutria gracilis. — Ref.: Bot. Centralbl. 84, p. 294, 1900.
52. Mac Leod, De Pyrenecënbloemen in here bevruchting door insecten. — Bot. Jaarb. Dodonaea, Bd. III, 1891.
53. Meehan, Th., On the Sexes of Plants. — Ref.: Gard. Chron. 1870, p. 243.
54. Müller, H., Die Befruchtung der Blumen durch Insekten und die gegenseitigen Anpassungen beider. — Leipzig 1873.
55. — —, Ueber den Ursprung der Blumen. — Kosmos I, p. 100, 1877.
56. — —, Die Alpenblumen, ihre Befruchtung durch Insekten und ihre Anpassungen an dieselben. — Leipzig 1881.
57. — —, Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen. — Verh. naturw. Ver. für preuss. Rheinlande und Westfalen I, II, III, 1878 und 1879.
58. — —, Saxifraga umbrosa adorned with brilliant Colours by the Selection of Syrphidae. — Nature, Vol. XXII, 1880, p. 219.
58. a — —, Bemerkungen zu F. Hildebrands vergleichenden Untersuchungen über die Saftdrüsen der Cruciferen. — Pringsheims Jahrb., Bd. XII, 1881, p. 161—169.
59. Prantl, K. Cruciferae, in Engler und Prantl, natürl. Pflanzenfamilien, IV. Abth., III, 2., p. 145.
60. Schinz und Keller, Flora der Schweiz. — Zürich 1900.
61. Schönland, S., Crassulaceae, in Engler und Prantl, naturl. Pflanzenfamilien, IV. Abth., III, 2a, p. 23.
62. Schulz, A., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Blüthen. — Ber. deutsch. bot. Gesellschaft X, p. 303 ff.
63. — —, Beiträge zur Kenntniss der Bestäubungseinrichtungen und Geschlechtervertheilung bei den Pflanzen. — Bibliotheca botanica, Heft 10 und 17 (1889 und 1892).
63. a Sprengel, K., Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen (1793). — Ausgabe von Knuth 1894.
64. Stadler S., Beiträge zur Kenntniss der Nektarien und der Biologie der Blüthe. — Berlin 1886.
65. Treviranus, L. C., Ueber Dichogamie nach Sprengel und Darwin (Cruciferae). — Bot. Zeitg. XXI, 1863, p. 1—7 und 9—16.
66. Velenowsky, J., Ueber die Honigdrüsen der Cruciferen. — Sitz k. böhm. Gesell. d. Wissenschaften, Prag, VI. Theil, 1884. — Ref.: Bot. Jb. 1884, I., p. 671—672.
67. Vöchting, Ueber Blüthenanomalien. — Pringsh. Jahrb. XXXI.
68. — —, Ueber Zygomorphie und ihre Ursachen. — A. s. O, XVII, p. 297 ff.
69. — —, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüthen. — A. s. O., XXIV, p. 149 ff.
70. Warming, Biologiske Optegnelser om Grönlandske planter. — Bot. Tidsskrift XVI, 1876.
71. Warnstorf, C., Blüthenbiologische Beobachtungen aus der Ruppiner Flora im Jahre 1895. — Abhandlung. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XXXVIII, 1896, p. 15—63.
72. Wettstein, von, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse, betreffend die Neubildung von Formen im Pflanzenreich. Vortrag. — Ber. d. deutsch. bot. Gesell., XVIII. Generalvers.-Heft II, p. 184, 1901.

Tafel I.

Iberis commutata Sch. et K.

Fig. 1. Eine Blüthe aus der Mitte der Inflorescenz beim Beginn des Stäubens der Antheren, von oben gesehen. Vergr. 5 : 1. — Fig. 2. Eine weiter aussen gelegene Blüthe beim Beginn der Anthese, von innen gesehen. Vergr. 4 : 1. — Fig. 3. Blüthe vom Rand der Inflorescenz zur Zeit, wo die Narbe an den 4 obern Antheren vorbeigeht. Die Sexualorgane sind in Fig. 3 a einzeln dargestellt. Fig. 3 zeigt zugleich die rel. grössten äussern Blumenblätter, die ich beobachtete. Vergr. 4 : 1. Fig. 4. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium, vom kleinen Staubblatt aus gesehen, das infolge der Wegnahme des Kelches sichtbar ist. Vergr. 5 : 1. — Fig. 5. Sexualapparat vor dem Oeffnen der Krone. Vergr. 7 : 1. — Fig. 6. Sexualapparat nach dem Oeffnen der Krone. Vergr. 7 : 1. — Fig. 7. Eines der beiden kleineren Kronblätter einer randständigen Blüthe. Vergr. 5 : 1. — Fig. 8. Eines der beiden grössern Kronblätter einer randständigen Blüthe. Vergr. 5 : 1.

Iberis sempervirens L.

Fig. 9. Nach innen gerichtetes Kronblatt einer Randblüthe. Vergr. 7 : 1. — Fig. 10. Eines der äussern Kronblätter aus derselben Blüthe. Vergr. 7 : 1.

Aethionema armenum Boiss.

Fig. 11. Ein Kronblatt. Vergr. 6 : 1. — Fig. 12. Sexualorgane mit Nektarium aus einer jungen Blüthe, Narbe bereits papillös. Vergr. 10 : 1. — Fig. 13. Sexualorgane aus einer alten Blüthe (Papillen z. Th. verdorrt; nur noch wenig Staub in den Pollensäcken). Gynäceum mit bereits stark ausgebildetem Flügel. Vergr. 10 : 1. — Fig. 14. Diagramm der Blüthe. Der quadratische Blüthencingang ist durch einen dünnen, die Fortsätze der Filamente sind durch dicke Stricke, die Nektarien durch Schraffen angedeutet, die Kreuzchen bezeichnen die von oben leicht sichtbaren Zugänge zum Nektar. Diese Erklärung gilt auch für die übrigen dieser Abhandlung beigegebenen Blüthendiagramme.

Aethionema diastrophis Bge.

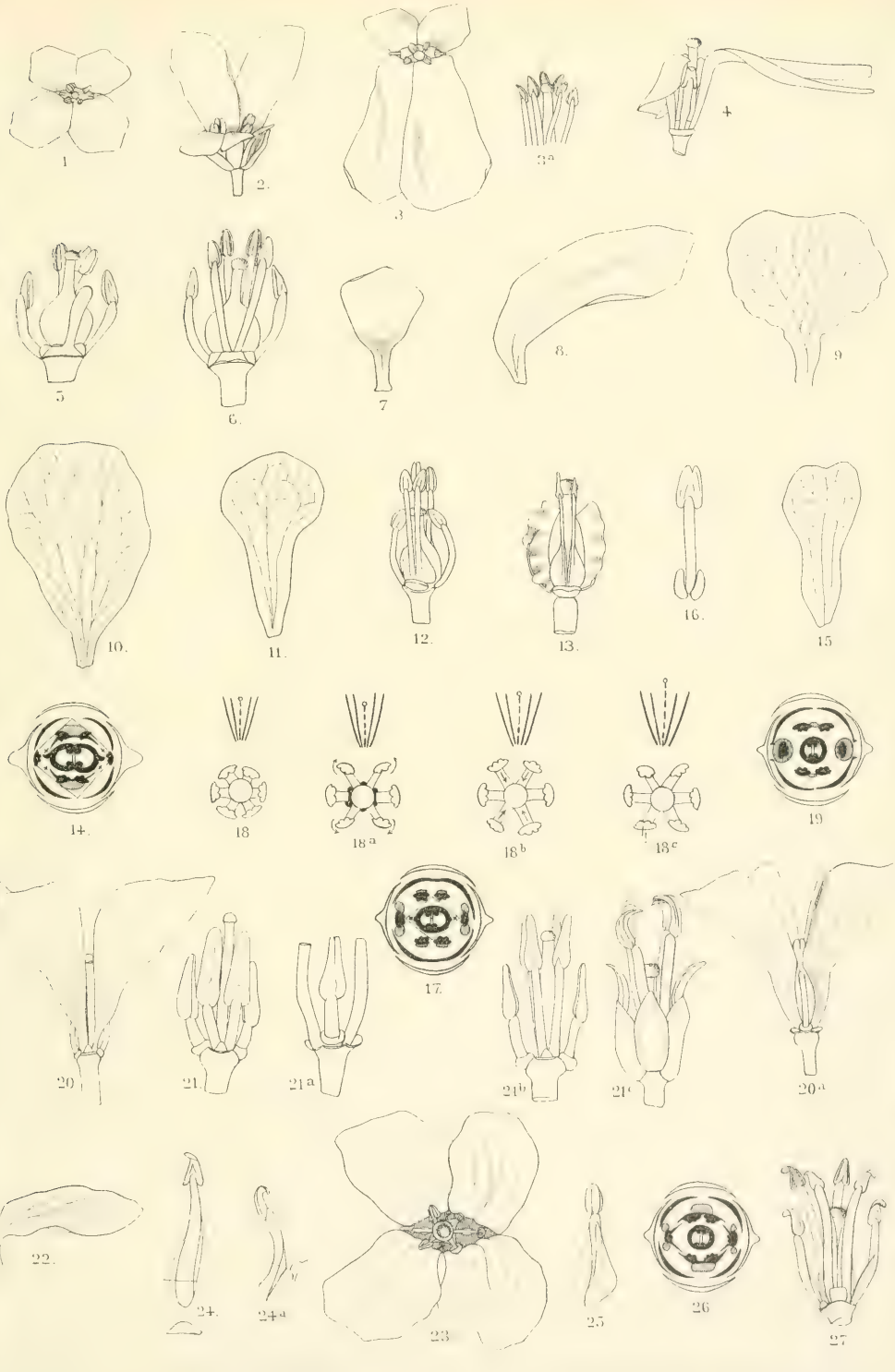
Fig. 15. Ein Kronblatt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 16. Ein kürzeres Staubblatt mit den beiden an seinem Grunde sitzenden Nektarien. Vergr. 11 : 1. — Fig. 17. Diagramm der Blüthe. Vergl. die Anmerkung zu Fig. 14.

Cardamine pratensis L.

Fig. 18—18 c. Schematische Darstellung der Ruhepunkte in der Drehung der 4 längern Staubfäden und der relativen Länge der Sexualorgane. Die Kreuze bezeichnen die Honigzugänge, die Pfeile geben die Richtung der Drehung, resp. des Umkippens der Antheren an. In Fig. 18 a sind überdies noch die Nektarien als schwarze Felder angedeutet. Das Zeichen (!) in Fig. 18 c bedeutet, dass durch jene Anthere der höchste von mir beobachtete Grad von Zurückdrehung der 4 längern Staubblätter dargestellt ist. — Fig. 19. Diagramm der Blüthe. Die hier gezeichnete Stellung der Staubgefässe kommt am Anfang der Anthese nur ganz vorübergehend vor und ist darum in den schematischen Darstellungen Fig. 18—18 c weggelassen. Aus dem Diagramm ist u. a. auch zu entnehmen, dass die Kelchausbuchtungen hier schwächer sind, als bei Aethionema armenum Boiss. (Fig. 14). — Fig. 20 und 20 a. Krone ohne den Kelch von 2 verschiedenen Seiten gesehen. Die im Text besprochenen Falten an den Nägeln der Kronblätter, und zwar an ihrem dem Staubgefäss anliegenden Rande, sowie die beiden dadurch entstehenden Lücken im unteren Theil des Krontrichters sind sichtbar. Vergr. 7 : 1. — Fig. 21—21 c. Jüngere und ältere Sexualorgane aus Blüthen mit ausnahmsweise kurzem Griffel. In Fig. 21 c ist auch noch der Kelch gezeichnet. Stärkere Vergr.

Cardamine trifolia L.

Fig. 22. Kronblatt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 23. Blüthe von oben. Die schraffierten Stellen oben und unten vom Beschauer sind die beiden Zugänge zu den grossen Nektarien. — Fig. 24 und 24 a. Ein längeres und ein kürzeres Staubblatt, letzteres mit verschiedenen Querschnitten, um seine Form zu zeigen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 25. Ein kürzeres Staubblatt mit stärkern Leisten. Vergr. 7 : 1. — Fig. 26. Diagramm. Vergleiche dasselbe mit demjenigen von Cardamine pratensis L. (Fig. 17). — Fig. 27. Sexualorgane aus einer jungen Blüthe. Die obern Antheren stäuben schon stark, die untern noch gar nicht. Die Narbe ist schon etwas papillös. Ein grosses und 2 kleine Nektarien sind sichtbar. Vergr. 7 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner Stuttgart

Fig. 1—8 Iberis commutata Sch. et K., Fig. 9 u. 10 I. sempervirens L., Fig. 11—14 Aethionema armenum Boiss., Fig. 15—17 A. diastrophis Bge., Fig. 18—21 c C. Cardamine pratensis L., Fig. 22—27 C. trifolia L.

Tafel II.

Cardamine trifolia L. (Forts.).

Fig. 28. Sexualorgane einer jungen Blüthe, von der Seite eines kleinern Staubblattes aus betrachtet, so dass beide grosse und 2 kleine Nektarien sichtbar sind. Vergr. 7 : 1. — Fig. 29. Sexualorgane aus einer ältern Blüthe. Der Griffel hat sich verlängert, so dass die Narbe und die 4 obern Antheren gleich hoch stehen. Auch die kurzen Staubblätter funktionieren jetzt. Beide Sexualorgane sind meist noch frisch. Vergr. 7 : 1. — Fig. 30. Dasselbe in einer andern Richtung gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 31. Z. Th. verdorrte Sexualorgane aus einer dem Verwelken nahenden Blüthe. Vergr. 7 : 1. — Fig. 32. Verwelkte Sexualorgane aus einer andern, ungefähr gleich alten Blüthe, die manchmal noch vorkommende späte Streckung der Filamente zeigend. Vergr. 9 : 1. — Fig. 33. Sexualorgane und Kelch, das beginnende Wachsthum des Stempels infolge der Reifung zeigend. Vergr. 9 : 1.

Dentaria pinnata Lam. var. alba.

Fig. 34. Kürzeres Staubblatt von aussen und unterer Theil der beiden benachbarten längern Staubfäden mit 2 Nektarien, stark vergrössert. — Fig. 35. Kronblatt. Vergr. 3,5 : 1.

Dentaria pinnata Lam.

Fig. 36. Kürzeres Staubblatt mit Nektarring, stark vergrössert. — Fig. 37. Kronblatt. Vergr. 3,5 : 1.

Dentaria polyphylla W. K.

Fig. 38. Theil des Andröceums mit Nektarium, stark vergrösssert. — Fig. 39. Kronblatt. Vergr. 3 : 1.

Roripa pyrenaica Rchb.

Fig. 40. Blüthe bei beginnender Anthere, von oben gesehen; die Staubbeutel sind noch geschlossen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 41. Dieselbe Blüthe, von der Seite gesehen. Vergr. 6 : 1. — Fig. 42. Isolierte Sexualorgane aus derselben Blüthe. Vergr. 7 : 1. — Fig. 43. Blüthe mit entfernter Krone und stark abstehendem Kelch. Die Antheren stäuben. Der Stempel ist ausnahmsweise kurz . Vergr. 11 : 1.

Draba aizoon Wahlb.

Fig. 44. Eine Blüthe in vollster Anthese von oben. Vergr. 7 : 1. — Fig. 45. Dieselbe von der Seite gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 46. Knospe mit bereits herausragendem Griffel, der eine empfängnissfähige Narbe trägt. Vergr. 12 : 1.

Draba aizoides L.

Fig. 47. Blüthe von oben, die Honigzugänge zeigend. Vergr. 4 : 1. — Fig. 48. Kronblatt. Vergr. 5 : 1. — Fig. 49. Befruchtete Blüthe mit verfärbter Krone und angeschwollenem Gynäceum. Vergr. 4 : 1. — Fig. 50 und 50 a. Schema der Stellung der Antheren in der Knospe und (Fig. 50 a) während des Stäubens. — Fig. 51. Sexualorgane mit den Nektarien. Die langen Staubfäden sind verstäubt, die Narbe ist vertrocknet. Stärker vergrössert. — Fig. 52. Dasselbe von der andern Seite ; auch die kürzern Staubfäden stehen jetzt am Ende ihrer Thätigkeit. Stark vergrössert.

Draba Majellensis Kern.

Fig. 53. Blüthe von oben, den quadratischen, ziemlich weiten Eingang zeigend. Vergr. 5 : 1. — Fig. 54. Dieselbe Blüthe von der Seite. Die kleinern Staubblätter sind noch geschlossen, die grössern beginnen zu stäuben. Vergr. 5 : 1. — Fig. 55. Kronblatt. Vergr. 8 : 1. — Fig. 56. Sexualapparat aus dieser Blüthe isoliert und stärker vergrössert, am Grunde den Nektarring zeigend.

Draba altaica Bge.

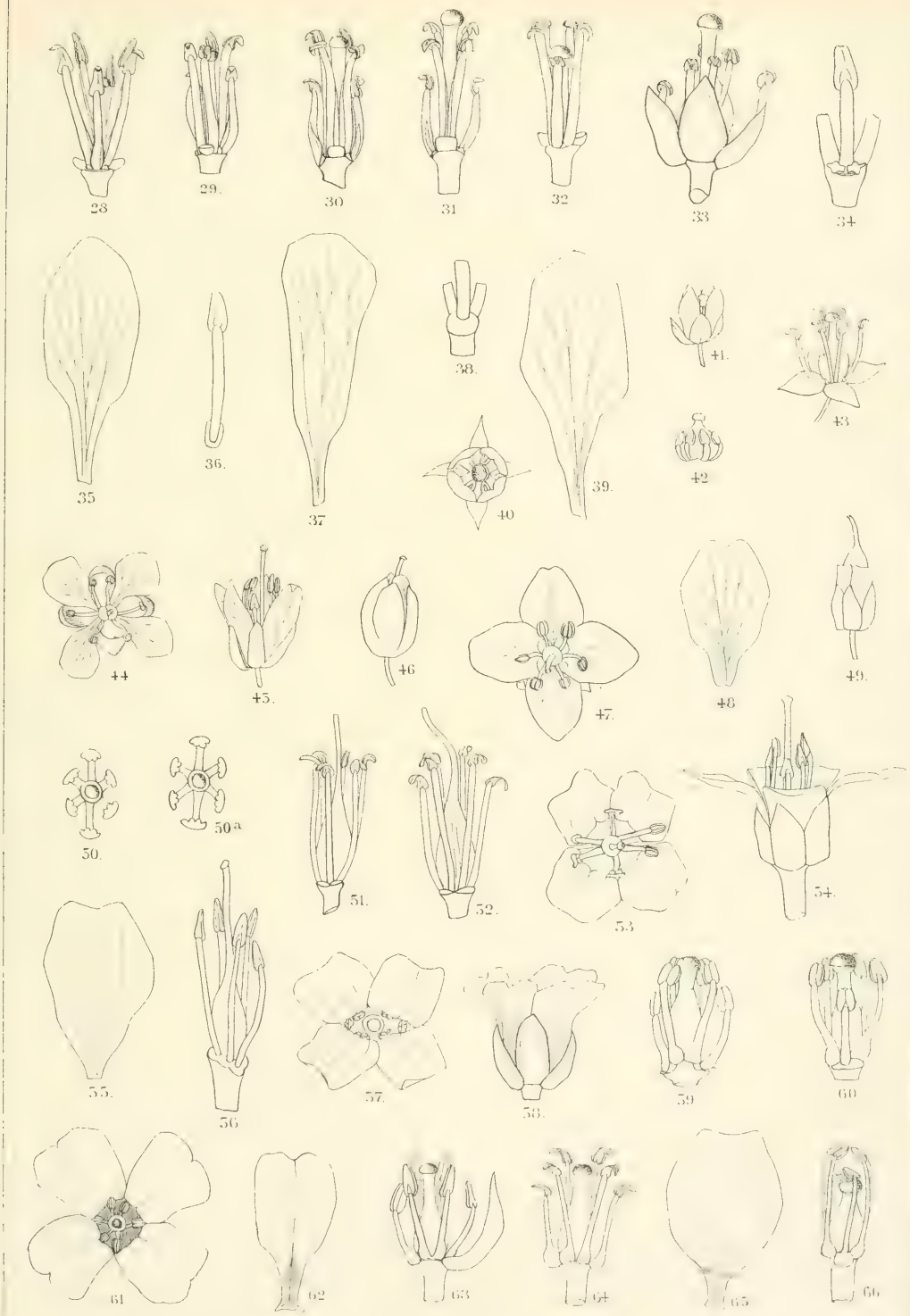
Fig. 57. Blüthe von oben, die Honigeingänge, die Stellung der Antheren und die durch die Gruppierung der Petala hervorgebrachte Zygomorphie der Krone zeigend. Die in der Tiefe liegenden Antheren der kleinern Staubblätter stäuben noch nicht. Vergr. 7 : 1. — Fig. 59 und 60. Seitenansichten der Sexualorgane und der Nektarien; das Ganze ist einer sich eben öffnenden Blüthe entnommen. Vergr. 12 : 1.

Draba Dedeana Boiss.

Fig. 61. Blüthe von oben, die aktinomorphe Stellung der Kronblätter zeigend. Vergr. 5 : 1. — Fig. 62. Kronblatt. Vergr. 5 : 1. — Fig. 63. Sexualapparat mit einem Kelchblatt beim Beginn ihrer Funktion und der Oeffnung der Krone. Vergr. 5 : 1. — Fig. 64. Sexualapparat beim Ende der Thätigkeit der Antheren. Vergr. 5 : 1.

Draba olympica Sibth.

Fig. 65. Kronblatt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 66. Ansicht des Sexualapparates; zeigt besonders die dicken Filamentwurzeln. Vergr. 7 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 28—33 Cardamine trifolia L., Fig. 34 u. 35 Dentaria pinnata Lam. var. alba., Fig. 36 u. 37 D. pinnata Lam., Fig. 38 u. 39 D. polyphylla W. K., Fig. 40—43 Nasturtium pyrenaicum R. Br., Fig. 44—46 Draba aizoon Wahlb., Fig. 47—52 D. aizoides L., Fig. 53—56 D. Majellensis Kern., Fig. 57—60 D. altaica Bge., Fig. 61—64 D. Dedeana Boiss., Fig. 65 u. 66 D. olympica Sibth.

Tafel III.

Draba repens Bieb.

Fig. 67. Kronblatt. Vergr. 9 : 1. — Fig. 68. Sexualorgane mit Nektarien aus einer ältern Blüthe. — Fig. 69. Dasselbe von einer andern Seite gesehen. Fig. 69 a. Kürzeres Staubblatt, die häutige, löffelförmige Verbreiterung zeigend.

Draba hirta L.

Fig. 70. Ein isoliertes Kronblatt von innen. Vergr. 9 : 1.

Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg.

Fig. 71. Blüthe von oben, die Honigzugänge und die Stellung der Kronblätter zeigend. Vergr. 4 : 1. — Fig. 72. Ein kleineres Kelchblatt (den längern Staubfäden opponiert), zu beiden Seiten mit durchscheinenden häutigen Rändern. Vergr. 5 : 1. — Fig. 73. Kronblatt, von innen. Vergr. 5 : 1. —Fig. 74 und 74 a. Ein längeres (Fig. 74 a) und ein kürzeres Staubblatt, die gewöhnliche Art der Ausbildung der Leisten resp. Rinnen darstellend. Vergr. 8 : 1. — Fig. 75. Ein kürzeres Staubblatt mit radiärem, unten auf der Kante ausgehöhltem Vorsprung und oben seitlichen Rinnen. Ueber das Vorkommen ders. vergl. d. Text. Vergr. 7 : 1. — Fig. 76—76 c. Schematische Darstellung der Honigröhren: Querschnitte durch die Blüthe in verschiedener Höhe. Die zu den längern Filamenten gehörenden Theile der Honigröhren sind schwarz, die zu den kürzern gehörenden sind hell gezeichnet. — Fig. 77. Sexualorgane (noch geschlossen) und Nektarien aus einer Knospe. Vergr. 10 : 1. — Fig. 78. Sexualorgane und Nektarien vor Beginn des Stäubens, d. h. unmittelbar nach der Oeffnung der Krone. Vergr. 10 : 1. — Fig. 79. Ein Theil des Perianths mit den Sexualorganen. Die kleinern Staubfäden stäuben noch nicht. Die im Text besprochene Lücke zwischen den Nägeln ist zu sehen. Vergr. 8 : 1. — Fig. 80. Sexualorgane mit Nektarien und Honigtropfen aus einer etwas jüngern Blüthe (Beginn der Papillenbildung an der Narbe). Vergr. 8 : 1. — Fig. 81. Blüthe mit theilweise entferntem Perianth, von der Seite eines kleinern Staubblattes gesehen; dieses ist entfernt. Die obern Antheren sind den untern zugewendet; Ende der Funktion der längern Staubblätter. Vergr. 7 : 1. — Fig. 82. Dasselbe in der zu jener Richtung senkrechten gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 83. Dasselbe, von hinten gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 84—84 b. Schemata der Bewegungen der Antheren. Fig. 84 gehört zu Fig. 77 und 78, Fig. 84 a zu Fig. 79 und 80 und Fig. 84 b zu Fig. 81—83.

Aubrietia purpurea DC. fol. aur. marg.

Fig. 85. Zwei Nektarien und unterer Theil des Andröceums, von der Seite eines kleinen Staubblattes aus gesehen. Starke Vergr. — Fig 86. Ein kürzeres Staubblatt. Daneben zur Erleichterung des Verständnisses der Form desselben einige Querschnitte. Starke Vergr. —Fig. 87. Diagramm, die Fortsätze der Filamente, die Honigzugänge, Blütheneingänge und den stärksten Grad der Abdrehung der obern Antheren darstellend. Dieselbe Zeichnungsmanier, wie bei den früher gegebenen Diagrammen.

Aubrietia croatica Schott.

Fig. 88. Ein kürzeres Staubblatt, die häutige Leiste zeigend, stark vergrössert.

Aubrietia deltoidea DC.

Fig. 89. Ein kürzeres Staubblatt, stark vergrössert. — Fig. 90. Ein Kronblatt. Rechts grenzt dasselbe an das entsprechende kleinere Staubblatt an. Vergr. 6 : 1.

Aubrietia Antilibani Boiss.

Fig. 91. Untertheil des Andröceums mit 2 Nektarien, vom kleinern Staubblatt aus gesehen und stark vergrössert.

Aubrietia Fröbeli hort.

Fig. 92. Ein kleineres Staubblatt, die radial gerichtete hohle Leiste zeigend, stark vergrössert.

Aubrietia gracilis Sprun.

Fig. 93. Eines der kürzern Staubblätter mit 3 Querschnitten in verschiedener Höhe. Starke Vergr.

Aubrietia Leichtlini hort.

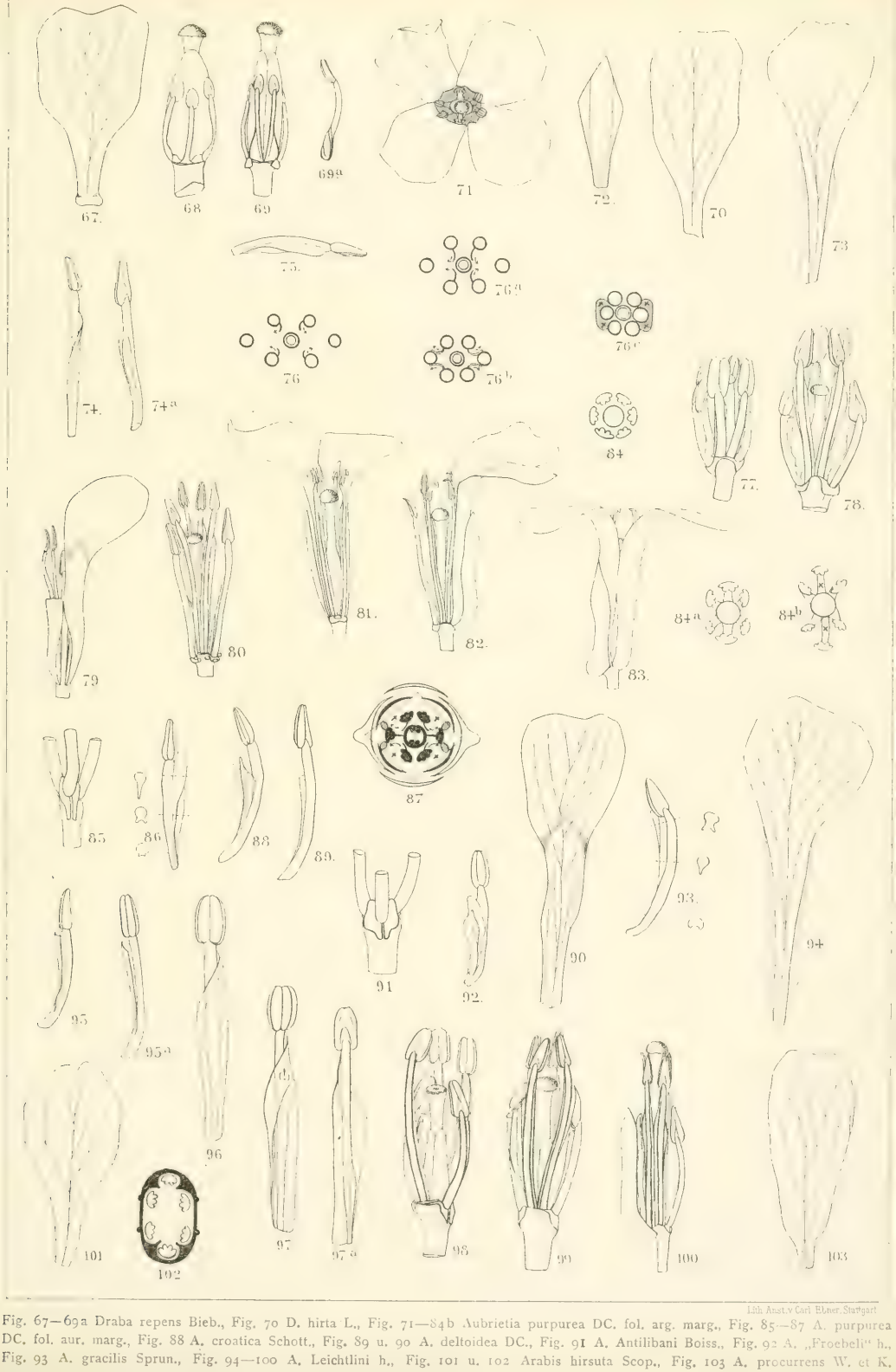
Fig. 94. Kronblatt, Innenseite. Vergr. 4 : 1. — Fig. 95 und 95 a. Kürzere Staubblätter mit radial nach innen und (Fig. 95 a) seitwärt gerichteten Fortsatz. Vergr. 3,5 : 1 — Fig. 96. Längeres Staubblatt von innen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 97. Ein anderes mit stärker ausgebildeter innerer Rinne (!), ebenfalls von innen. Vergr. 7 : 1. Fig. 97 a. Dasselbe von aussen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 98. Sexualorgan einer ganz jungen Blüthe aus dem Garten des Herrn Fröbel. Die Narbe trägt eben die ersten Papillen, während das Andröceum noch nicht funktioniert. Ein Staubgefäss ist entfernt. Gute Ansicht eines Nektariums. Vergr. 7 : 1. — Fig. 99. Dasselbe aus einer ältern Blüthe, ebenfalls aus dem genannten Garten. Vergr. 5 : 1. — Fig. 100. Sexualorgane einer Blüthe aus dem Garten der Linnaea. Die Antheren der längern Staubblätter sind verstäubt, die Narbe ist noch papillös. Vergr. 4 : 1.

Arabis hirsuta Scop.

Fig. 101. Ein Kronblatt. Vergr. 10 : 1. — Fig. 102. Schema der Anlage der Nektarien bei Arabis hirsuta Scop. und der typischen Cruciferenblüthe überhaupt.

Arabis procurrens W. et K.

Fig. 103. Ein Kronblatt, wie immer von innen gezeichnet. Vergr. 5,5 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 67—69a Draba repens Bieb., Fig. 70 D. hirta L., Fig. 71—84b Aubrietia purpurea DC. fol. arg. marg., Fig. 85—87 A. purpurea DC. fol. aur. marg., Fig. 88 A. croatica Schott., Fig. 89 u. 90 A. deltoidea DC., Fig. 91 A. Antilibani Boiss., Fig. 92 A. „Froebeli" h., Fig. 93 A. gracilis Sprun., Fig. 94—100 A. Leichtlini h., Fig. 101 u. 102 Arabis hirsuta Scop., Fig. 103 A. procurrens W. et K.

Arabis procurrens W. et K. (Forts.).

Fig. 104. Sexualorgane, beide in Thätigkeit. Vergr. 7 : 1. — Fig. 105. Ein kleineres Staubblatt. Vergr. 7 : 1.

Arabis coerulea Haenke.

Fig. 106. Blüthe von oben. Die grössern Staubgefässe beginnen zu stäuben. Vergr. 7 : 1. — Fig. 107. Ein Kronblatt von innen; die Basis ist grünlich gefärbt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 108. Die in Fig. 106 dargestellte Blüthe von der Seite gesehen. Die Kelchblätter besitzen dunkler gefärbte Spitzen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 109. Eine etwas ältere, stärker geöffnete Blüthe mit theilweise entferntem Kelch. Vergr. 7 : 1. — Fig. 110. Adröceum und Gynäceum zur Zeit der beginnenden Bildung der Narbenpapillen. Die Staubbeutel sind noch geschlossen. Vergr. 11 : 1. — Fig. 111. Die in Fig. 109 gezeichnete Blüthe in einer andern Richtung gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 112. Diagramm, den rudimentären Nektarring durch ein schmales schraffiertes Band, die beiden gelegentlich sezernierenden Stellen durch Verdickungen desselben darstellend. — Fig. 113. Die Sexualorgane einer ältern Blüthe. Die Narbe ist schon welk, während die Staubblätter noch auf der Höhe ihrer Thätigkeit stehen. Nicht alle Blüthen sind so stark dichogam. Vergr. 11 : 1.

Arabis bellidifolia Jacq.

Fig. 114. Kronblatt von innen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 115 und 115 a. Unterer Theil der männlichen Sexualorgane mit den Nektarien, von verschiedenen Richtungen gesehen, stärker vergrössert.

Arabis alpina L.

Fig. 116. Kronblatt von aussen, den asymmetrischen Bau zeigend. Vergr. 8 : 1. — Fig. 117. Diagramm der Blüthe, in der gewohnten Manier gezeichnet (Nektarring schraffiert, × = Honigzugänge). — Fig. 118. Sexualorgane; die kürzeren Staubblätter beginnen eben zu stäuben. Vergr. 7 : 1. — Fig. 119. Sexualorgane mit den Nektarien aus der Knospe. Die Narbe ist bereits schwach papillös. Vergr. 5,5 : 1.

Arabis albida Ster.

Fig. 120. Blüthe von oben; alle Antheren stäuben, die Narbe ist noch nicht bis zum Eingang der Kronröhre, d. h. bis zu den obern Antheren gestiegen. Die Figur zeigt den zygomorphen Habitus der Krone.

Arabis Belliardieri DC. f. rosea h.

Fig. 121 und 121 a. Noch nicht geöffnete Blüthe mit theilweise entferntem Kelch, die Asymmetrie der Kronblattnägel zeigend, von 2 verschiedenen Seiten. — Fig. 122. Kronblatt, von der Aussenseite gesehen. Vergr. 3 : 1. — Fig. 123. Alte Blüthe von der Seite, den zygomorphen Habitus der Krone und die Stellung der Staubgefässe am Ende der Anthese zeigend. Das Gynäceum hat sich bereits infolge der Reifung etwas verlängert. Vergr. 3 : 1.

Erysimum pumilum Gaud.

Fig. 124. Ein isoliertes Kronblatt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 125. Sexualorgane aus einer ältern Blüthe, mit den Nektarien. Vergr. 5,5 : 1.

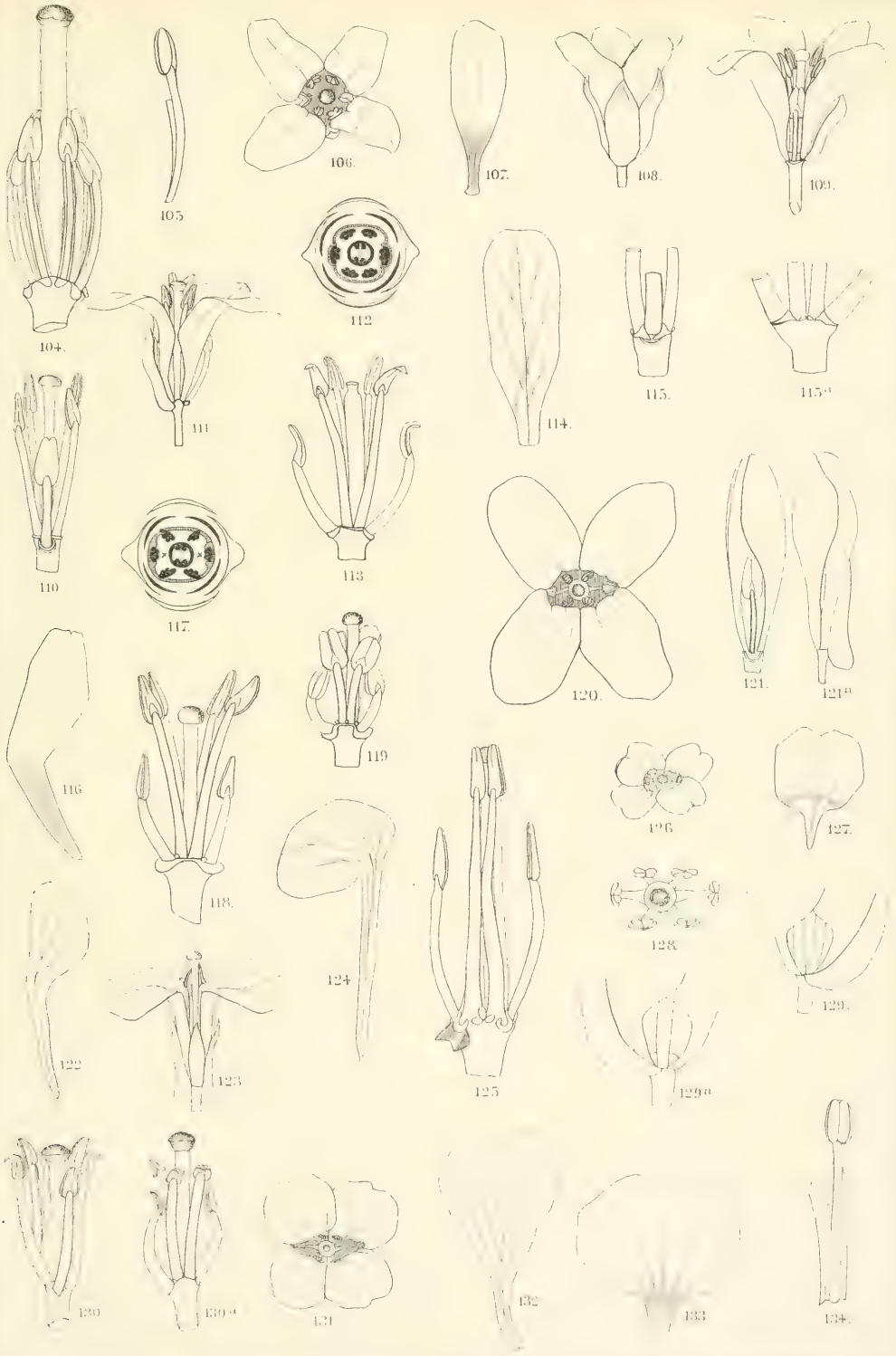
Alyssum podolicum Bess.

Fig. 126. Blüthe von oben gesehen; die längern Staubblätter stehen in Funktion. Vergr. 4 : 1. — Fig. 127. Isoliertes Kronblatt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 128. Schema des in der Blüthe Fig. 126 erreichten maximalen Grades der Abdrehung der 4 längern Staubblätter. — Fig. 129 und 129 a. Basis einer Blüthe mit entfernten Kelchblättern, von 2 verschiedenen Seiten gesehen, um zu zeigen, dass die Nägel ganz symmetrisch gebaut sind (vergl. die Figuren 20 und 20 a, 79 und 83, 121 und 121 a). Stärkere Vergr. — Fig. 130 und 130 a. Sexualorgane (Fig. 130 a) mit Nektarien aus einer dem Verwelken nahen Blüthe. In Fig. 130 sind erst die grössern Staubbeutel etwas geöffnet, in Fig. 130 a sind beide Sexualorgane abgestorben. Vergr. 13 : 1.

Alyssum montanum L.

NB. In diesen Erklärungen bezeichnet B. G. Blüthen, die im botanischen Garten zu Zürich, F. solche, die im Garten des Herrn Fröbel und B.-St.-P. solche, welche im Alpengarten der Linnaea in Bourg-St.-Pierre untersucht wurden.

Fig. 131. Ganz geöffnete Blüthe von oben. F. Vergr. 4 : 1. — Fig. 132. Kronblatt. B. G. Vergr. 7 : 1. — Fig. 133. Kronblatt mit kürzerem Nagel, etwas kleiner als das in letzter Figur dargestellte. F. Vergr. 7 : 1. — Fig. 134. Selten vorkommende Art der Ausbildung der Leisten der längern Staubfäden (von innen). Links käme das benachbarte lange, rechts das kurze Staubblatt zu liegen. B.-St.-P. Vergr. 5 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ichner, Stuttgart.

Fig. 104 u. 105 Arabis procurrens W. et K., Fig. 106—113 A. coerulea Haenke., Fig. 114—115a A. bellidifolia Jacq., Fig. 116—119 A. alpina L., Fig. 120 A. albida Stev., Fig. 121—123 A. Belliardieri DC. f. rosea, Fig. 124 u. 125 Erysimum pumilum Gaud., Fig. 126—130a Alyssum podolicum Bess., Fig. 131—134 A. montanum L.

Tafel V.

Alyssum montanum L. (Forts.).

Fig. 135 und 135 a. Längeres Staubblatt von innen, die gewöhnliche Art der Ausbildung der Leisten darstellend. In Fig. 135 a ist die Leiste etwas nach rechts aufgeklappt, in Fig. 135 dagegen in der normalen Lage. Der schwach schiefe Kanal führt von links oben nach rechts unten; das benachbarte kleinere Staubblatt mit dem Nektarium liegt in beiden Figuren rechts. B. G. Vergr. 5 : 1. — Fig. 136—136 a. Verschiedene Grade der Ausbildung der Hautleisten an den kürzern Staubfäden. B.-St.-P. Erklärung im Text. Vergr. 5 : 1. Fig. 136 b. Ein kürzeres Staubblatt. F. Erklärung im Text. Vergr. 5 : 1. — Fig 137—137 b. Kürzere Staubblätter. B. G. Erklärung im Text. Vergr. 5 : 1. — Fig. 138. Noch geschlossene Sexualorgane aus einer jüngern Knospe. F. — Fig. 139 und 139 a. Sexualorgane aus einer jungen Blüthe; die Antheren stäuben noch nicht, die Narbe dagegen ist bereits stark papillös. Fig. 139 a zeigt den isolierten Stempel mit den Nektarien. B.-St.-P. Vergr. 4 : 1. — Fig. 140. Sexualorgane am Anfang der Anthese. Narbe und Antheren beginnen eben zu funktionieren. F. Vergr. 3 : 1. — Fig. 141. Dieselben am Ende der Anthese. F. Ausführlichere Erklärung im Text. Vergr. 3 : 1.

Alyssum saxatile L.

Fig. 142. Sexualorgane aus der Knospe, beide noch nicht thätig. Zeigt auch die Nektarien. B.-St.-P. Vergr. 5,5 : 1. — Fig. 143. Dieselben am Ende der Anthese, bei eben eintretender Autogamie. B.-St.-P. Vergr. 5,5 : 1. — Fig. 144 und 144 a. Kürzere Staubblätter. Vergr. 5,5 : 1. — Fig. 145. Diagramm der Blüthe von A. saxatile L.

Alyssum Wulfenianum Boiss.

Fig. 146. Kürzeres Staubblatt. Vergr. 7 : 1. — Fig. 147. Selten vorkommende Art der Ausbildung der längern Staubblätter. (S. Text.) Vergr. 7 : 1.

Sedum Telephium L.

Fig. 148. Kronblatt mit einem der kürzern innern, später aufbrechenden Staubblätter. Vergr. 5 : 1.

Sedum Eversii Led.

Fig. 149. Kronblatt, von innen, Basis weiss. Vergr. 7 : 1. — Fig. 150. Längsschnitt durch die Blüthe; die Narben sind bereits vorhanden, die Griffel stehen aber noch aufrecht, und die Antheren stäuben noch stark Vergr. 7 : 1. — Fig. 151. Aeltere Blüthe, schief von oben gesehen; die Narbenpapillen sind schon tot, die Antheren enthalten aber noch Blüthenstaub. Vergr. 5 : 1.

Sedum Anacampseros L.

Fig. 152. Ein Kronblatt mit dem an seiner Basis entspringenden äussern und dem benachbarten nur wenig tiefern (vergl. mit der entsprechenden Figur von S. Telephium L. oder S. Eversii Led.) inserierten kelchständigen Staubblatt. Vergr. 5 : 1.

Sedum oppositifolium Sues.

Fig. 153. Ein Blumenblatt mit Filament. Vergr. 5 : 1. — Fig. 154. Theile einer Blüthe im ersten, weiblichen Stadium, von oben gesehen. Vergr. 5 : 1.

Sedum spurium Bieb.

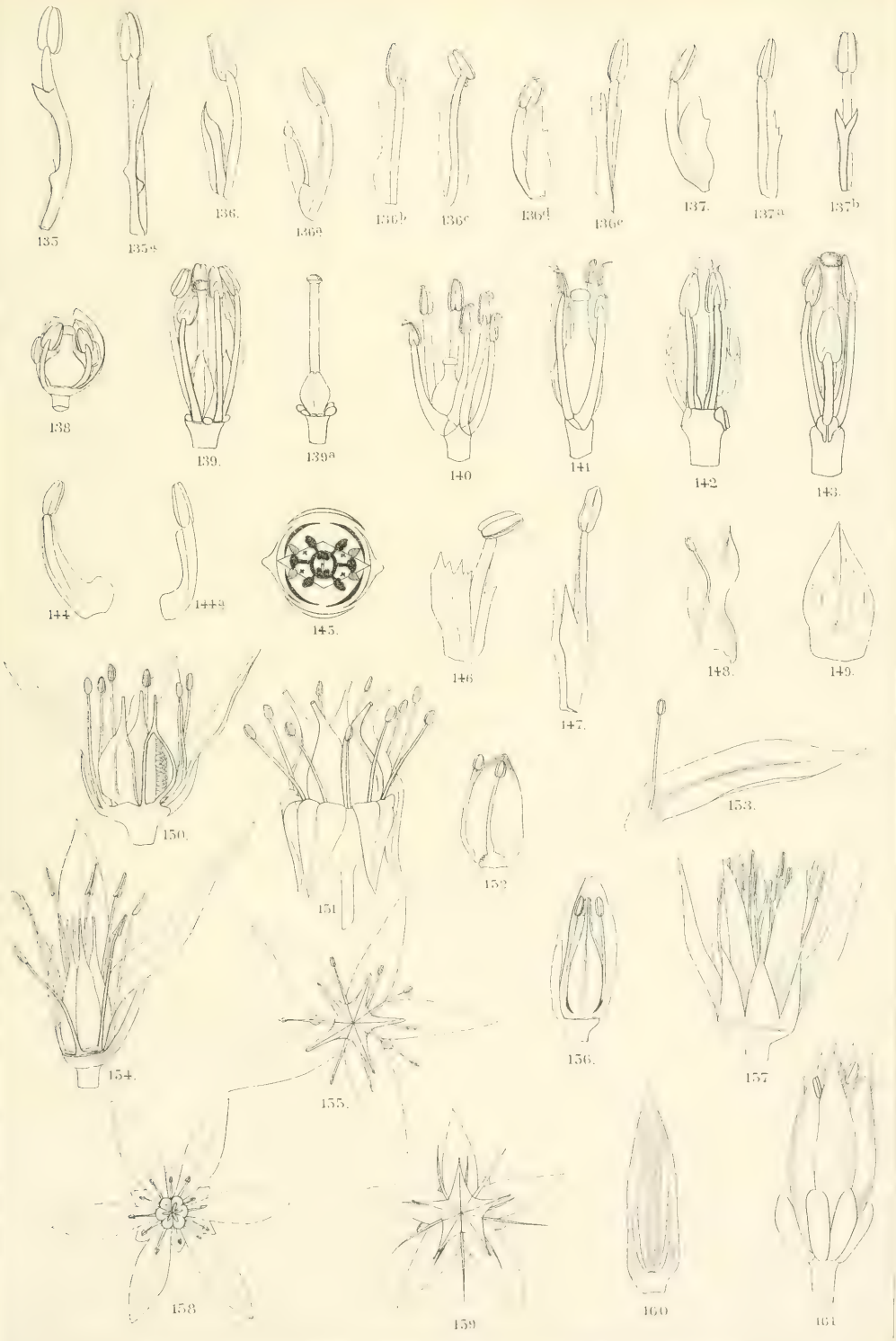
Fig. 155. Blüthe von oben. Die Narben sind welk, die Antheren nahezu ganz entleert. Vergr. 3,5 : 1.

Sedum rupestre L.

Fig. 156. Knospe von der Seite, geöffnet durch Entfernung einzelner Petala. Vergr. 5 : 1. — Fig. 157. 10. Blüthe im ersten, männlichen Stadium, von der Seite. Vergr. 5 : 1. — Fig. 158. 11. Blüthe am Ende der Anthese, von oben gesehen, die starke Oeffnung der Krone zeigend. Vergr. 4 : 1.

Sedum boloniense Loisl.

Fig. 159. Blüthe am Ende der Anthese von oben. Vergr. 4,5 : 1. — Fig. 160. Ein Kronblatt von innen. Vrgr. 8 : 1. — Fig. 161. Knospe bei Beginn der Oeffnung. Vergl. den Text. Vergr. 7 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Fig. 135—141 Alyssum montanum L., Fig. 142—145 A. saxatile L., Fig. 146 u. 147 A. Wulfenianum Boiss., Fig. 148 Sedum Telephium L., Fig. 149—151 S. Eversii Led., Fig. 152 S. Anacampseros L., Fig. 153 u. 154 S. oppositifolium Sms., Fig. 155 S. spurium Bieb., Fig. 156—158 S. rupestre L., Fig. 159—161 S. boloniense Loisl.

Tafel VI.

Sedum stoloniferum Gmel.

Fig. 162. Blüthe im ersten, männlichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 7 : 1.

Sedum hispanicum L.

Fig. 163. Blüthe von oben; die Narben sind alle abgestorben. Vergr. 5 : 1. — Fig. 164. Kronblatt mit Staubfaden. Vergr. 5 : 1. — Fig. 164a. Isoliertes Staubblatt mit Honignapf. Vergr. 12 : 1.

Sedum boreale hort.

Fig. 165. Blüthe von oben. Die kelchständigen Staubfäden stäuben erst theilweise, die andern noch gar nicht. Vergr. 6 : 1. — Fig. 166. Blüthe von der Seite gesehen. Vergr. 6 : 1.

Sedum brevifolium DC.

Fig. 167. Blüthe von oben gesehen; die den Kronblättern opponierten Staubfäden beginnen eben in Funktion zu treten. Vergr. 5 : 1

Sempervivum tectorum L.

Fig. 168. Kronblatt von der Innenseite gesehen. Vergr. 4 : 1.

Sempervivum arachnoideum L.

Fig. 169. Kronblatt von innen. Vergr. 4 : 1.

Sempervivum piliferum Jord.

Fig. 170. Kronblatt von innen. Vergr. 4 : 1.

Sempervivum Foucounetti Reut.

Fig. 171. Kronblatt von innen. Vergr. 4 : 1.

Sempervivum Gaudini Christ.

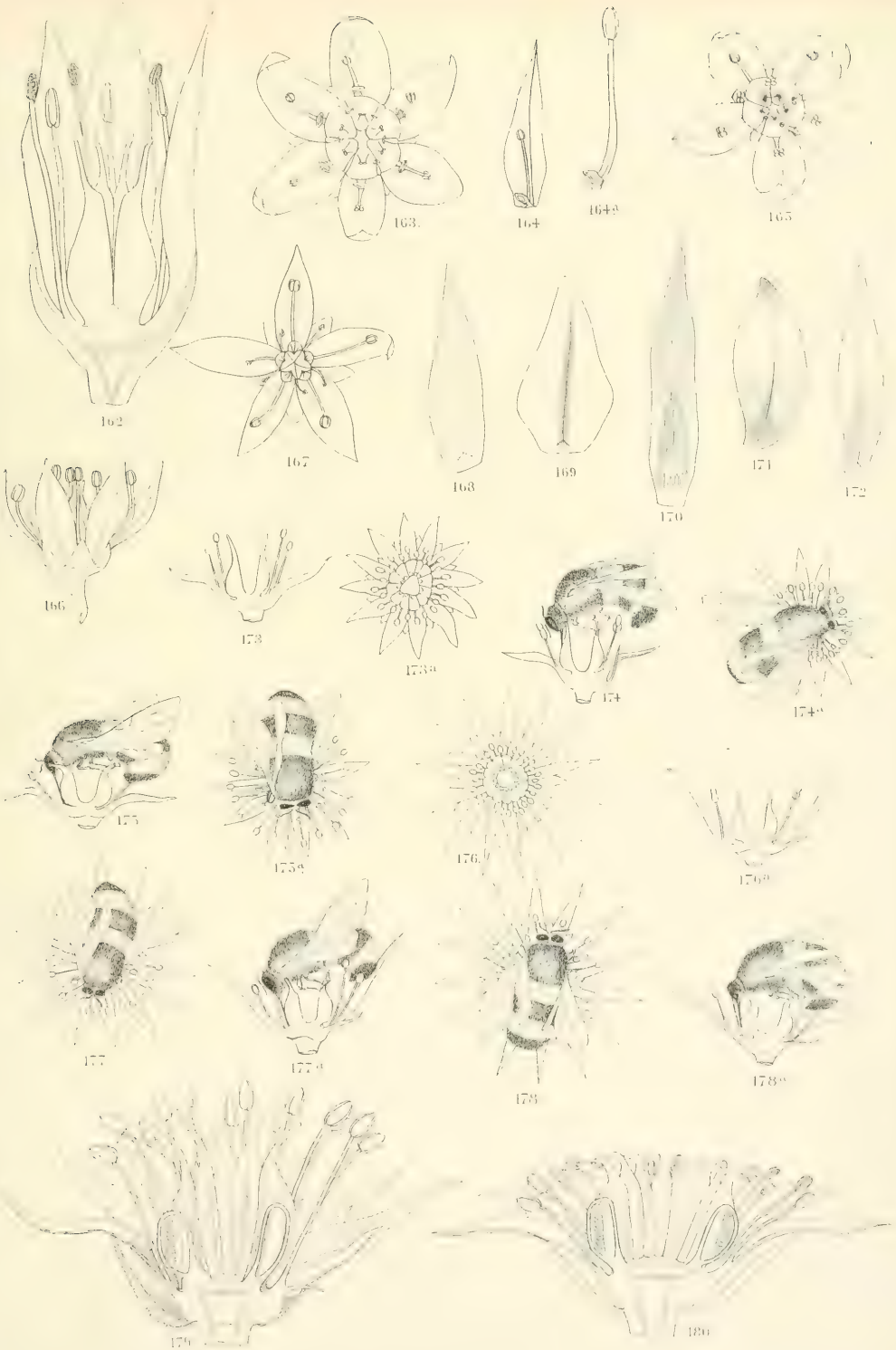
Fig. 172. Kronblatt von innen. Vergr. 4 : 1.

Sempervivum alpinum, Gris.

Fig. 173—175 a. Schematisierte Darstellung der Blüthen von der Seite und von oben in den verschiedenen Stadien, mit im richtigen Grössenverhältniss eingezeichneten besuchenden Hummeln. Die Darstellungen zeigen, dass durch die erklärten Bewegungen der Sexualorgane Allogamie bewirkt wird. Vergr, 1,3 : 1.

Sempervivum Wulfeni Hoppe.

Fig. 176—178 a. Schematische Darstellungen der Blüthe von oben und im Längsschnitt in den verschiedenen Stadien mit besuchenden Hummeln. Fig. 176 und 176 a stellt eine Blüthe vor dem Stäuben, Fig. 177 und 177 a eine solche im weiblichen Stadium dar. Vergr. 1,3 : 1. Man vergleiche diese Darstellungen mit den entsprechenden von S. alpinum Gris., Fig. 173—175 a. — Fig. 179. Längsschnitt durch die Blüthe bei Beginn des ersten, männlichen Stadiums. Man beachte die aufrechte Krone, die Behaarung, die Honigbergung in getrennten Kanälen. Vergr. 3 : 1. — Fig. 180. Längsschnitt durch die Blüthe am Ende des männlichen Stadiums. Man beachte die stärker geöffneten Petala und Staubblätter. Die Behaarung ist hier nicht angedeutet. Vergr. 3 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner Stuttgart

Fig. 162 Sèdum stoloniferum Gmel., Fig. 163—164a S. hispanicum L., Fig. 165 u. 166 S. boreale h., Fig. 167 S. brevifolium DC. Fig. 168 Sepervivum tectorum L., Fig. 169 S. arachnoideum L., Fig. 170 S. piliferum Jord., Fig. 171 S. Foucounetti Reut., Fig. 172 S. Gaudini Christ., Fig. 173—175a S. alpinum Gris., Fig. 176—180 S. Wulfeni Hoppe.

Tafel VII.

Sempervivum Heuffeli Schott.

Fig. 181. Längsschnitt durch eine im ersten, männlichen Stadium befindliche Blüthe. Der Schnitt ist durch die Kelchblätter und zwischen den Fruchtknoten hindurch geführt. Ein Staubblattkreis funktioniert noch nicht. Vergr. 3 : 1. — Fig. 182. Ein durch Kronblätter und Fruchtknoten einer ältern Blüthe geführter Längsschnitt. Vergr. 3 : 1.

Sempervivum hirtum L.

Fig. 183. Eine in medianer Richtung durch den Kelch geschnittene Blüthe. Ein Staubblattkreis funktioniert noch nicht. Vergr. 3 : 1. — Fig. 184. Ein Kronblatt und ein Kelchblatt mit 2 innern und einem äussern Staubblatt und 3 Honigdrüsen mit den entsprechenden Vertiefungen für die Fruchtknoten. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Huetiana Boiss.

Fig. 185. Blüthe im männlichen Stadium von oben. Vergr. 6 : 1. — Fig. 186. Blüthe im weiblichen Stadium von der Seite. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga tridactylites L.

Fig. 187. Blüthe von der Seite gesehen. Vergr. 7 : 1. — Fig. 188. Blüthe von oben. Vergrösserung 8 : 1.

Saxifraga irrigua M. Bieb.

Fig. 189. Knospe in der Seitenansicht. Vergr. 3,7 : 1. — Fig. 189 a. Dieselbe Knospe mit theilweise entferntem Perianth. Vergr. 3,7 : 1. — Fig. 190. Blüthe bei Beginn des ersten, männnlichen Stadiums, von oben. Vergr. 3,5 : 1. — Fig. 191. Dieselbe etwas später, mit theilweise entferntem Perianth, von der Seite. Vergr. 3,5 : 1. — Fig. 192. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium, im Längsschnitt. Vergr. 3,5 : 1.

Saxifraga granulata L.

Fig. 193. Blüthe in der Mitte des ersten, männlichen Zustandes, von oben; 5 Antheren sind schon entleert. Vergr. 3 : 1. — Fig. 194. Sexualorgane aus der Knospe. Vergr. 3 : 1. — Fig. 195. Die in Fig. 193 dargestellte Blüthe von der Seite, die verschiedene Länge der stäubenden und der noch geschlossenen Staubblätter zeigend. Vergr. 3 : 1. — Fig. 196. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 3 : 1. — Fig. 197. Sexualorgane aus der in Fig. 195 dargestellten Blüthe. Ein Staubblatt hat verstäubt, 2 sind eben in Thätigkeit und 3 andere sind noch geschlossen. Man beachte die verschiedene Länge der Filamente. Vergr. 3 : 1. — Fig. 198. Kronblatt, stärker vergrössert.

Saxifraga peltata Torr.

Fig. 199. Blüthe von S. peltata Torr. von der Seite. Die Antheren stäuben stark, die Griffel sind erst ganz wenig auseinandergespreizt. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga tenella Wulf.

Fig. 200. Blüthe im ersten, männlichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 201. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium von oben. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga ajugaefolia L.

Fig. 202. Blüthe am Ende des ersten männlichen Zustandes, etwas schief von der Seite. Vergr. 6 : 1. — Fig. 203. Blüthe im männlichen Stadium von oben. Vergr. 6 : 1. — Fig. 204. Isoliertes Kronblatt. Vergr. 6 : 1.

Saxifraga aquatica Lap.

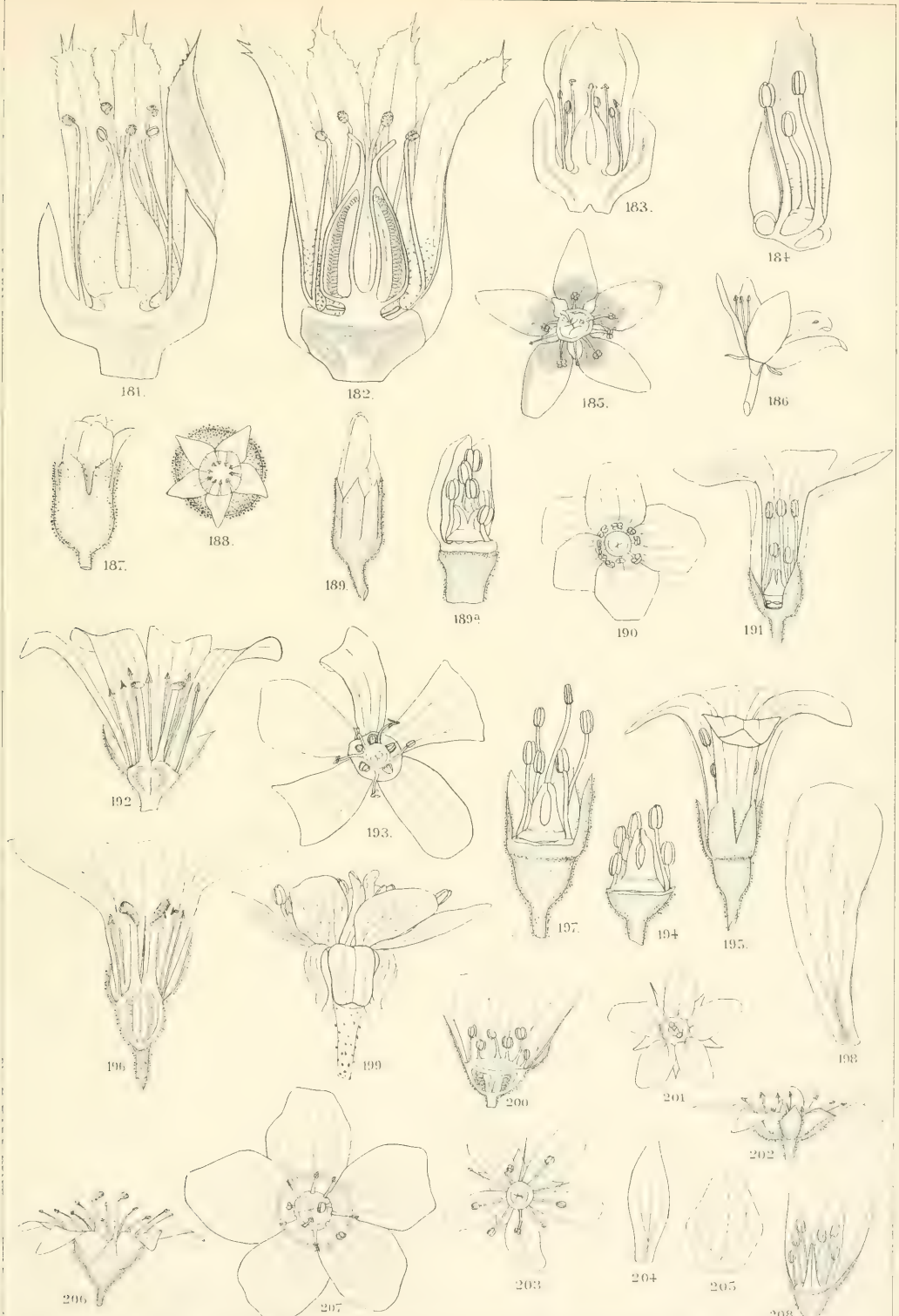
Fig. 205. Ein Kronblatt. Vergr. 3,5 : 1.

Saxifraga capitata Lap.

Fig. 206. Blüthe im zweiten, weiblichen Zustand, etwas schief-seitlich gesehen. Vergr. 3,5 : 1.

Saxifraga Wallacei Mc. Nab.

Fig. 207. Blüthe im männlichen Stadium von oben. Verg. 3 : 1. — Fig. 208. Sexualorgane mit 3 Kelchblättern aus einer vor dem Oeffnen sich befindenden Knospe. Vergr. 3 : 1.



Lith Anst v.Carl Ebner, Stuttgart

Fig. 181 u. 182 Sempervivum Heuffeli Schott., Fig. 183 u. 184 S. hirtum L., Fig. 185 u. 186 Saxifraga Huetiana Boiss,, Fig. 187 u. 188 S. tridaetylites L., Fig. 189—192 S. irrigua M. Bieb., Fig. 193—198 S. granulata L., Fig. 199 S. peltata Torr., Fig. 200 u. 201 S. tenella Wulf., Fig. 202—204 S. ajugaefolia L., Fig. 205 S. aquatica Lap., Fig. 206 S. capitata Lap., Fig. 207 u. 208 S. Wallacei Mc. Nab.

Tafel VIII.

Saxifraga Wallacei Mc. Nab. (Forts.).

Fig. 209. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 3 : 1. — Fig. 210. Kronblatt. Vergr. 3 : 1.

Saxifraga canaliculata Boiss. et Reut.

Fig. 211. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium, stark geöffnet, von der Seite. Vergr. 2,7 : 1. — Fig. 212. Kronblatt von innen. Vergr. 2,7 : 1. — Fig. 213. Die in Fig. 211 dargestellte Blüthe von oben. Vergr. 2,7 : 1. — Fig. 214. Blüthe bei Beginn der Anthese, d. h. im männlichen Stadium, von der Seite; Perianth z. Th. künstlich geöffnet. Vergr. 2,7 : 1.

Saxifraga trifurcata Schrad.

Fig. 215. Blüthe während des ersten Theils des männlichen Stadiums von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 216. Blüthe zu derselben Zeit von der Seite. Vergr. 3 : 1. — Fig. 217. Kronblatt von innen. Vergr. 5 : 1. — Fig. 218. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium von oben. Vergr. 3 : 1.

Saxifraga pedemontana All.

Fig. 219. Kronblatt von der Innenseite gesehen. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga decipiens Ehrh.

Fig. 220. Kronblatt. Vergr. 5 : 1. — Fig. 221. Blüthe von aussen, noch nicht völlig geöffnet. Vergr. 5 : 1. — Fig. 222. Sexualorgane mit einigen Kelchblättern aus einer noch nicht oder nur schwach geöffneten Blüthe. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga latifolia Ser.

Fig. 223. Blüthe zu Ende des ersten, weiblichen Stadiums, von oben. Das erste Staubgefäss ist geöffnet, die Narben sind bereits mit Anzeichen beginnender Verwelkung. Vergr. 5 : 1. — Fig. 224. Kronblatt aus dieser Blüthe isoliert. Vergr. 8 : 1.

Saxifraga ceratophylla Willd.

Fig. 225. Kronblatt. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga „rosulario“ hort.

Fig. 226. Kronblatt. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Churchilli hort.

Fig. 227. Blüthe im ersten, männlichen Stadium, von der Seite. Vergr. 3,5 : 1. — Fig. 228. Blüthe mit noch nicht stark geöffneter Krone, von oben. Vergr. 3,5 : 1. — Fig. 229. Kronblatt. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga stenophylla Royle.

Fig. 230. Extrem schwach dichogame Blüthe von oben: Die Griffel sind noch nicht ganz auseinandergeneigt, die Papillen z. Th. schon vorhanden; das Andröceum ist noch nicht völlig verwelkt, die ziemlich kurzen Staubfäden stehen aber weit aussen. Vergr. 5 : 1. — Fig. 232. Kronblatt. Vergr. 8 : 1.

Saxifraga varians Sieb.

Fig. 233. Blüthe bei Beginn des ersten, männlichen Stadiums, von oben. Vergr. 5 : 1. — Fig. 234. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium, von oben. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga paradoxa Kit.

Fig. 235. Blüthe zu Anfang des ersten, männlichen Zustandes, von der Seite, längsgeschnitten. Vergr. 7 : 1. — Fig. 236. Kronblatt. Vergr. 7 : 1.

Saxifraga stellaris L.

Fig. 237. Blüthe am Ende der Anthese, von oben gesehen. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga capillaris hort.

Fig. 238. Blüthe im ersten, männlichen Stadium, schief von der Seite. Vergr. 3 : 1. — Fig. 239. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium, hängend. Vergr. 3 : 1. — Fig. 240—240 b. Staubfäden im männlichen, im neutralen (240 a) und im weiblichen Stadium (240 b) der Blüthe. Stärkere Vergrösserung. — Fig. 241. Knospe bei Beginn der Oeffnung. Vergr. 3 : 1. — Fig. 242. Isoliertes Kronblatt. Vergr. 4 : 1.

Taf. 209 u. 210 Saxifraga Wallacei Mc. Nab., Fig. 211—214 S. canaliculata Boiss et Reut., Fig. 215—218 S. trifurcata Schrad., Fig. 219 S. pedemontana All., Fig. 220—222 S. decipiens Ehrh., Fig. 223 u. 224 S. latifolia Ser., Fig. 225 S. ceratophylla Willd., Fig. 226 S. „rosularioˮ h., Fig. 227—229 S. Churchilli h., Fig. 230—232 S. stenophylla Royle., Fig. 233 u. 234 S. varians Sieb., Fig. 235 u. 236 S. paradoxa Kit., Fig. 237 S. stellaris L., Fig. 238—242 S. capillaris h.

Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Tafel IX.

Saxifraga aspera DC.

Fig. 243. Blüthe im ersten, männlichen Zustand, von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 244. Blüthe im weiblichen Stadium, im Längsschnitt dargestellt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 245. Isoliertes Kronblatt. Vergr. 3,5 : 1. — Fig. 246. Knospe mit theilweise entfernter Krone. Vergr. 4 : 1. Es liegen bereits gute Abbildungen der Blüthen dieser Art von H. Müller vor. (Alpenblumen, pag. 92).

Saxifraga bryoides L.

Fig. 247. Blüthe im ersten, männlichen Stadium von oben; ziemlich schwach dichogames Exemplar (schon lange Griffel). Vergr. 4 : 1. — Fig. 248. Blüthe im zweiten, weiblichen Zustand von oben. Vergr. 4 : 1. — Fig. 249. Kronblatt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 250 und 250 a. Gynäceum im ersten und im zweiten Stadium der Blüthe, den Figuren 247 und 248 entsprechend. Vergr. 5 : 1. Man vergleiche die guten Figuren von H. Müller (Alpenblumen, pag. 94).

Saxifraga aizoides L.

Fig. 251 und 252. Schematische Darstellung der beiden Arten der Oeffnungsreihenfolge der Staubblätter. Die Antheren sind durch kleinere, die Gynäceen durch grössere Ringe dargestellt. Die Linien, welche die einzelnen Kreischen verbinden, bezeichnen die Oeffnungsreihenfolge. Dieselbe ist bei den äussern, kelchständigen Staubblättern in den beiden Arten von Blüthen symmetrisch. Die dickern ausgezogenen Linien, welche die innern Staubgefässe verbinden, bezeichnen die gewöhnlich vorkommende, die dünnen, punktierten Linien die seltener (bei den in Fig. 251 dargestellten Blüthen sehr selten) vorkommende Oeffnungsreihenfolge. (Man beachte den Grad der Symmetrie der beiden Bilder bezüglich des innern Staubblattkreises mit und ohne die gestrichelten, die selteneren Vorkommnisse darstellenden Linien und vergleiche auch die Einleitung zu Englers Monographie, Nro. 17). Es wurde nicht für nöthig erachtet, in die Kreischen, welche die Antheren darstellen, auch noch Zahlen einzutragen, um die Oeffnungsreihenfolge deutlicher zu machen. Die wenigen vorhandenen Nummern passen nicht zu den Strichen und Pfeilen und stellen nur ganz ausnahmsweise vorkommende (die eingeklammerte Zahl (1) bezieht sich sogar nur auf zweimalige Beobachtung, obgleich eine grosse Anzahl von Blüthen untersucht wurde) Abweichungen von den durch die Striche und Pfeile dargestellten normalen Oeffnungsreihenfolgen dar. — Die punktierten Linien mit dem Kreuz unten stellen die Lage des Deckblattes, bei Endblüthen die Lage der nächsten untern Blüthe dar.

Saxifraga patens Gaud.

Fig. 253. Blüthe während des Oeffnens der Krone im Längsschnitt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 254. Blüthe nach Vollendung des männlichen Stadiums, schief von der Seite gesehen. Vergr. 4 : 1. Fig. 255. Blüthe bei Beginn des männlichen Stadiums von oben. Vergr. 4 : 1. — Fig. 256. Kronblatt. Vergr. 7 : 1.

Saxifraga umbrosa L.

Fig. 257. Knospe vor dem Oeffnen. Vergr. 5 : 1. — Fig. 258. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium von oben. Vergr. 4 : 1. — Fig. 260. Blüthe im zweiten, weiblichen Stadium von oben. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Geum L.

Fig. 261. Blüthe bei Beginn des ersten, männlichen Stadiums, von oben gesehen. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga lingulata Bell.

Fig. 262. Blüthe im ersten, männlichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Gaudini Bruegg.

Fig. 263. Eine dem Verwelken nahe Blüthe von oben. Alle Filamente haben sich nach innen gelegt. Vergr. 3,2 : 1.

Saxifraga crustata Vest. f. pectinata Schott.

Fig. 264. Kronblatt. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga altissima Kern.

Fig. 265. Kronblatt. Vergr. 5 : 1.

Saxifraga cochlearis Reich.

Fig. 266. Blüthe mit theilweise entferntem Perianth, von der Seite; Beginn der Funktion des Andröceums. Vergr. 4 : 1. — Fig. 267. Eine nur ganz wenig ältere Blüthe von oben. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Aizoon Jacq. var. robusta Engl.

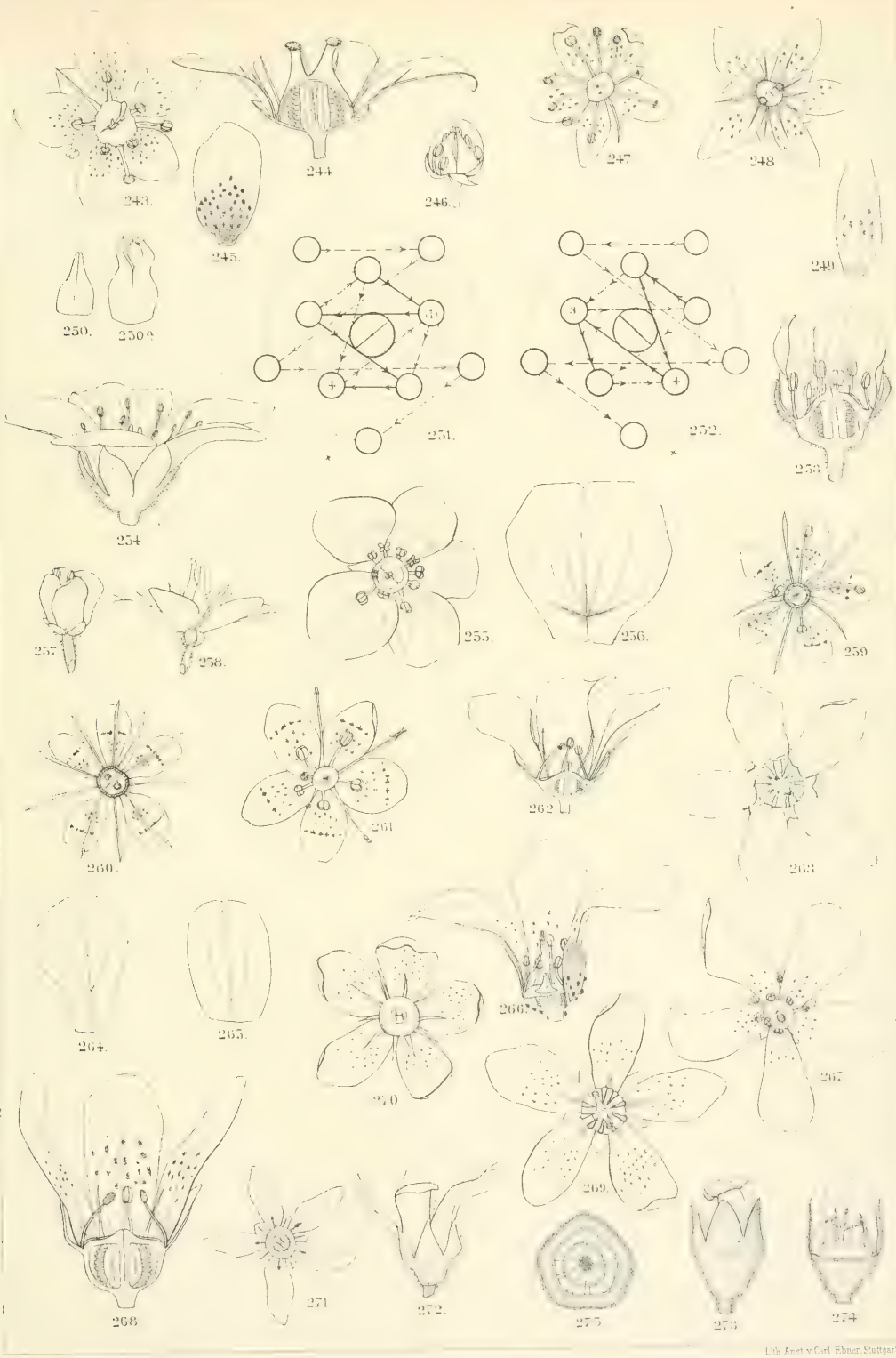
Fig. 268. Blüthe im ersten, männlichen Stadium, im Längsschnitt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 269. Blüthe am Ende der Anthese, die bereits vollendeten centripetalen Bewegungen der Filamente darstellend. Vergr. 2,7 : 1. — Fig. 270. Blüthe im neutralen Zwischenstadium. Krone noch nicht tellerförmig ausgebreitet. Vergr. 2,7 : 1

Saxifraga Forsteri Stein.

Fig. 271. Blüthe im Zwischenstadium von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 272. Dieselbe Blüthe von der Seite. Vergr. 3 : 1.

Saxifraga luteo-viridis Schott. et Kotschy.

Fig. 273. Eine stark geöffnete Blüthe in voller Anthese, von der Seite gesehen. Vergr. 1 : 1. Fig. 274. Blüthe im theilweisen Längsschnitt, die gewöhnlich vorkommende Art der Autogamie zeigend. Vergr. 5 : 1. — Fig. 275. Sehr starke Autogamie bei Topfexemplaren, an einem Querschnitt dargestellt. Vergr. 5 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner, Stuttgart.

Fig. 243—246 Saxifraga aspera DC., Fig. 247—250a S. bryoides L., Fig. 251 u. 252 S. aizoides L., Fig. 253—256 S. patens Gaud., Fig. 257—260 S. umbrosa L., Fig. 261 S. Geum L., Fig. 262 S. lingulata Bell., Fig. 363 S. Gaudini Bruegg., Fig. 264 S. crustata Vest. f. pectinata Schott., Fig. 165 S. altissima Kern., Fig. 266 u. 267 S. cochlearis Reich., Fig. 268—270 S. Aizoon Jacq. var. robusta Engl., Fig. 271 u. 272 S. Forsteri Stein., Fig. 273—275 S. luteo-viridis Schott. et Kotschy.

Tafel X.

Saxifraga aretioides Lap.

Fig. 276. Blüthe im Knospenstadium, durch einen Längsschnitt geöffnet. Vergr. 4 : 1. — Fig. 277. Kronblatt. Vergr. 5 : 1. — Fig. 278. Blüthe nach der Oeffnung der Krone. Eine Anthere stäubt bereits, von oben gesehen. Vergr. 4 : 1. — Fig. 279. Blüthe mit stäubenden Antheren und empfängnissfähigen, zusammengelegten Narben, von oben. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga Scardica Gris.

Fig. 280. Blüthe von oben. Die eine Narbe besitzt noch einige frische Papillen. Vergr. 3 : 1. — Fig. 281. Blüthe am Ende der Anthese, von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 282. Dieselbe von der Seite. Vergr. 3 : 1. — Fig. 283. Kronblatt. Vergr. 4 : 1.

Saxifraga marginata Sternb.

Fig. 284. Knospe, geöffnet. Vergr. 4 : 1. — Fig. 285. Kronblatt, Vergr. 4 : 1. — Fig. 286. Blüthe am Anfang der Anthese, von oben. Vergr. 3,2 : 1. — Fig. 287. Blüthe im männlichen Stadium im Längsschnitt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 288. Blüthe im männlichen Stadium, von oben. Vergr. 3,2 : 1.

Saxifraga Tombeanensis Boiss.

Fig. 289. Blüthe im ersten, weiblichen Stadium, von oben Vergr. 3,2 : 1. — Fig. 290. Kronblatt. Vergr. 4 : 1. — Fig. 291. Blüthe gegen den Schluss der Anthese, von oben. Vergr. 3,2 : 1. — Fig. 292. Blüthe im zweiten, männlichen Stadium, geöffnet und von der Seite gesehen. Vergrösserung 3,2 : 1.

Saxifraga Vandelli Sternb.

Fig. 293. Blüthe im ersten, weiblichen Stadium, von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 294. Kronblatt. Vergr. 8 : 1. — Fig. 295. Blüthe am Ende des weiblichen Stadiums, im Längsschnitt. (Eine Narbe ist bereits abgestorben). Vergr. 3 : 1. — Fig. 296. Dieselbe Blüthe von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 297. Die in Fig. 293 dargestellte Blüthe im Längsschnitt. Vergr. 3 : 1.

Saxifraga Burseriana L.

Fig. 298. Kronblatt von innen. Der kurze Nagel erscheint durch die Perspektive noch mehr verkürzt. Vergr. 2,7 : 1. — Fig. 299. Eben geöffnete Blüthe von oben. Vergr. 2 : 1. — Fig. 300. Gynäceum in Funktion, Nektarring und Basis der Filamente. Stärker vergrössert. — Fig. 301. Blüthe im ersten, weiblichen Stadium, im Längsschnitt. Vergr. 2 : 1.

Lith Anst v Carl Ebner Stuttgart

Fig. 276—279 Saxifraga aretioides Lap., Fig. 280—283 S. Scardica Gris., Fig. 284—288 S. marginata Sternb., Fig. 289—292 S. Tombeanensis Boiss., Fig. 293—297 S. Vandelli Sternb., Fig. 299—301 S. Burseriana L.

Tafel XI.

Saxifraga Burseriana L. (Forts.).

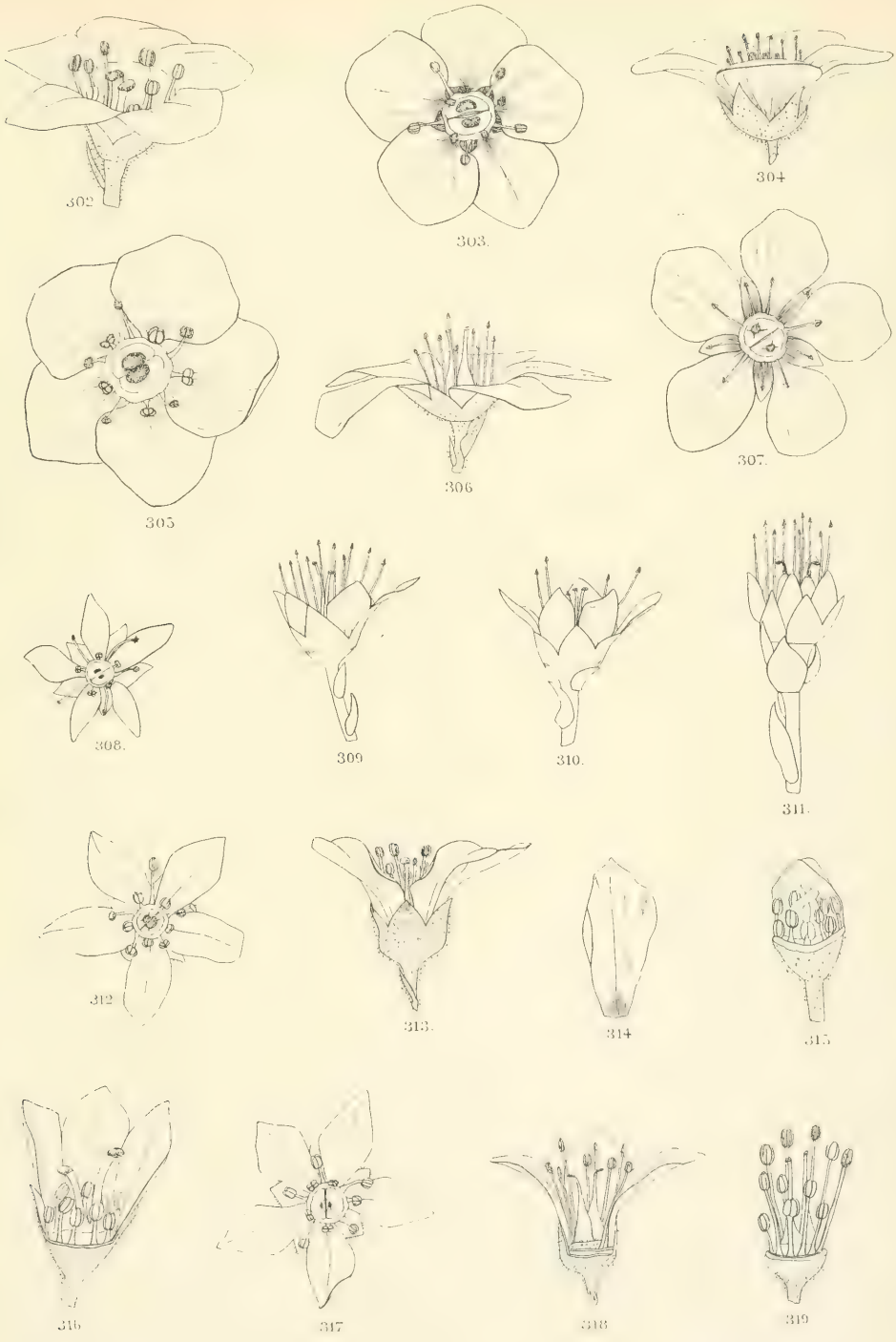
Fig. 302. Blüthe zu Ende des ersten, weiblichen und zu Anfang des zweiten, männlichen Stadiums. Typisches Exemplar: Narben noch frisch und noch nicht ganz zusammengelegt, 2—3 äussere Antheren stäubend. Vergr. 2 : 1. — Fig. 303. Blüthe von oben. Die Narben sind im Absterben begriffen. Extrem schwach dichogames Exemplar. Vergr. 2 : 1. — Fig. 304. Blüthe am Ende der Anthese schief-seitlich; gewöhnlicher Grad der Oeffnung der Krone. (Oft auch noch weniger zu dieser Zeit!). Vergr. 2 : 1. — Fig. 305. Blüthe von oben. Die Narben haben sich eben zusammengelegt. Vergr. 2 : 1. — Fig. 306. Stärker geöffnete Blüthe am Ende der Anthese, schief-seitlich. Vergl. den Text. Vergr. 2 : 1. — Fig. 307. Dieselbe Blüthe von oben. Vergr. 2 : 1.

Saxifraga sancta Gris.

Fig. 308. Blüthe im männlichen Stadium, von oben gesehen. Vergr. 6 : 1. — Fig. 309. Blüthe am Ende der Anthese von der Seite. Vergr. 6 : 1. — Fig. 310. Blüthe von der Seite. Die äussern Staubfäden sind verlängert, nach aussen geneigt und verdorrt, während die innern noch funktionieren. Die Narben sind zusammengelegt und vertrocknet, oft aber in diesem Stadium auch noch frisch. Vergr. 6 : 1. — Fig. 311. Blüthe am Ende der Anthese von der Seite. Alle Staubfäden sind verlängert, beide Sexualorgane tot, die Griffelenden verwelkt und dunkelroth gefärbt. Vergrösserung 6 : 1.

Saxifraga apiculata Engl.

Fig. 312. Blüthe von oben; eine Narbe ist bereits abgestorben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 313. Dieselbe Blüthe von der Seite. Vergr. 3 : 1. — Fig. 314. Kronblatt von innen. Vergr.5 : 1. — Fig. 315. Sexualorgane der Knospe. Vergr. 5 : 1. — Fig. 316. Sxualorgane beim Oeffnen. Vergr. 6 : 1. — Fig. 317. Blüthe im männlichen Stadium, von oben. Vergr. 3 : 1. — Fig. 318. Blüthe am Ende der Anthese im Längsschnitt; 2 innere Staubblätter stäuben erst ganz wenig, die äussern sind bereits verwelkt. Vergr. 3 : 1. — Fig. 319. Sexualapparat, Narben ganz verwelkt, Griffel zum zweiten Mal auseinandergeneigt. Vergr. 4 : 1.



Lith. Anst. v. Carl Ebner Stuttgart

Fig. 302—307 Saxifraga Burseriana L., Fig. 308—311 S. sancta Griseb., Fig. 312—319 S. apiculata Engler.

Druck von Carl Rombold in Heilbronn.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 9999